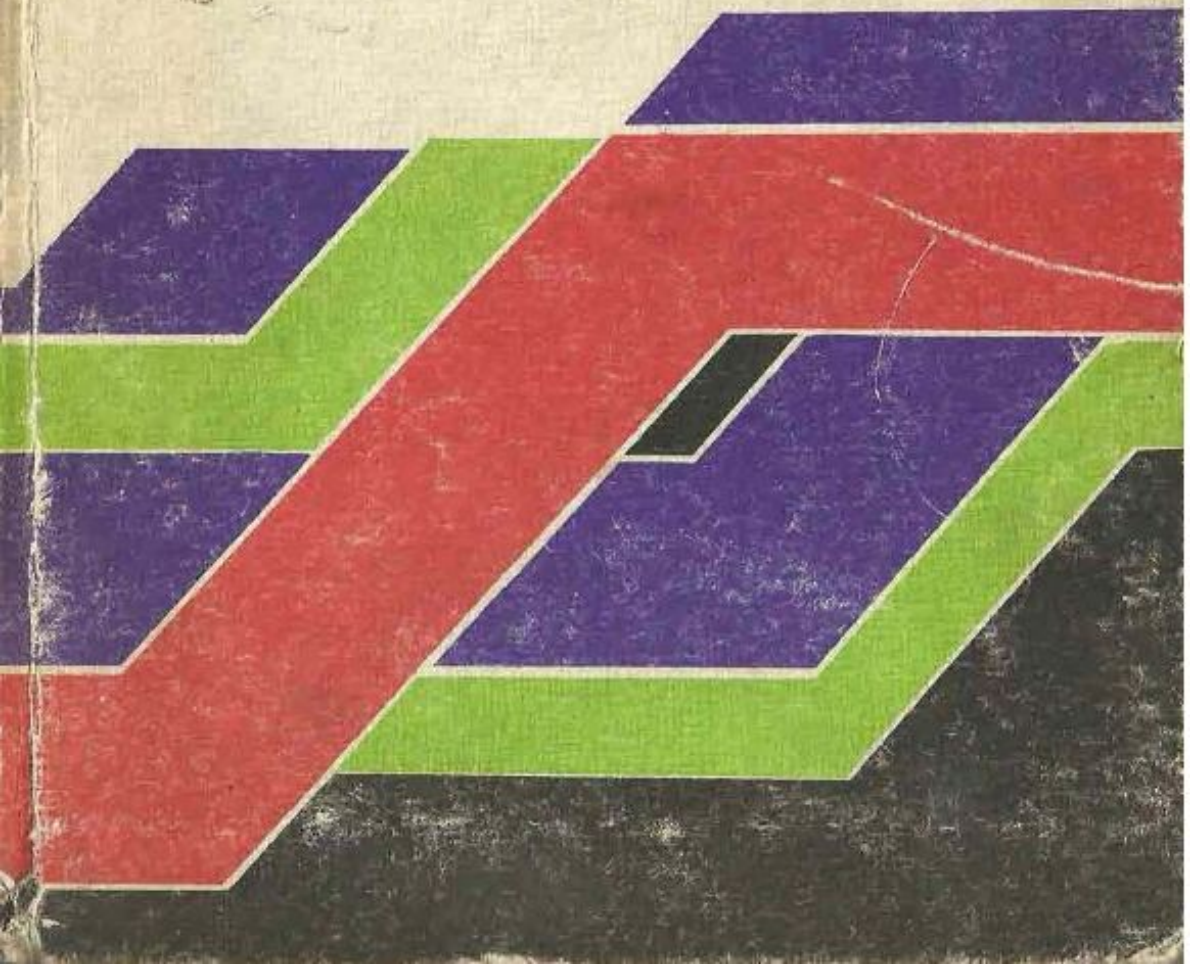
N. NIȚU – I. STANA

ÎNDRUMĂTORUL ELECTRICIANULUI DE ÎNTREȚINERE

din întreprinderile industriale



Ing. NICOLAE NIȚU * Ing. ION STANA

ÎNDRUMĂTORUL ELECTRICIANULUI DE ÎNTREȚINERE din întreprinderile industriale

EDITURA TEHNICĂ
BUCUREȘTI – 1984

Lucrarea cuprinde descrierea constructivă și funcțională, caracteristicile și schemele receptoarelor și instalațiilor electrice din întreprinderile industriale. Sînt prezentate în special problemele legate de exploatarea, întreținerea și verificarea echipamentului electric al utilajului specific întreprinderilor industriale (mașini-unelte, mașini de prelucrat prin electroeroziune, prese, ștanțe, instalații de ridicat și transportat, instalații de comprimare ale aerului, utilaje de sudare, utilaje pentru forje și turnătorie, utilaje pentru vopsitorie și impregnare.

Dat fiind caracterul lucrării de întreținere și reparare ale echipamentului electric, un capitol special se ocupă de elementele utilizate la executarea acestor lucrări.

Ținînd seamă de importanța modernizării parcului de mașini existent, a măririi productivității acestora și a extinderii acțiunilor de autoutilare, în lucrare este consacrat un capitol tratării problemelor privind modernizarea instalațiilor și mecanismelor de acționare electrică a utilajelor aflate în reparație. Lucrarea se încheie cu prezentarea unor măsuri specifice de tehnica securității muncii și de prevenirea și stingerea incendiilor la exploatarea, întreținerea și repararea utilajelor industriale.

Lucrarea se adresează electricienilor, bobinatorilor, electromecanicilor și maiștrilor din sectoarele mecano-energetice, autoutilare, atelierelor de întreținere și reparații din agricultură, transporturi etc. și personalului tehnic care se ocupă cu exploatarea, întreținerea și repararea elementelor electrice de acționare a instalațiilor și utilajului industrial.

Control științific : Conf. dr. ing. CONSTANTIN RĂDUȚI
Redactor : Ing. MIHAELA SMEUREANU
Tehnoredactor : ELLY GORUN
Coperta : THEODORA DOXAN

Bun de tipar 17.7.1984. Coli de tipar 27.
Planșe 8. C.Z. 621.34 (075.6)

Întreprinderea poligrafică „Oltenia"
Str. Mihai Viteazul nr. 4, Craiova

CUPRINS

1. ORGANIZAREA LUCRĂRILOR DE ÎNTREȚINERE ȘI REPARAȚII ALE INSTALAȚIILOR ELECTRICE DE PE UTILAJELE INDUSTRIALE 7
1.1. Generalități privind exploatarea și întreținerea utilajelor industriale 7
1.2. Metode de prevenirea uzurii și înlăturarea defectelor 10
1.3. Atribuțiile electricianului de exploatare și întreținere și ale electricianului de reparații 13
2. PRINCIPIILE GENERALE DE CONSTRUCȚIE ȘI FUNCȚIONARE ALE UTILAJULUI INDUSTRIAL ȘI SCHEMELE ELECTRICE DE ACȚIONARE 16
2.1. Considerații generale privind funcționarea și exploatarea utilajului industrial 16
2.2. Mașini-unelte pentru prelucrarea metalelor prin așchiere. Principii de funcționare și schemele electrice de acționare 19
2.2.1. Generalități 19
2.2.2. Strunguri 26
2.2.3. Strunguri speciale 31
2.2.4. Mașini de găurit 39
2.2.5. Mașini de frezat 44
2.2.6. Mașini de rabotat și mortezat 54
2.2.7. Mașini de broșat 57
2.2.8. Mașini de rectificat 59
2.2.9. Centre de prelucrare 69
2.2.10. Mașini pentru prelucrarea și finisarea danturii roților dințate 72
2.2.11. Mașini pentru prelucrat și finisat filete 75
2.2.12. Mașini-unelte agregate 80
2.3. Utilaje și instalații pentru prelucrarea metalelor prin electroeroziune și prin ultrasunete. Principii de funcționare și scheme electrice de acționare 89
2.4. Prese, ștanțe, ghilotine și mașini de format. Principii de funcționare și scheme electrice de acționare 97
2.4.1. Prese mecanice 97
2.4.2. Foarfece ghilotină 110
2.4.3. Mașini de format 110

2.5. Instalații de ridicat și transport. Principii de funcționare și scheme electrice de acționare 113
2.6. Instalații de comprimare ale aerului. Principii de funcționare și scheme electrice de acționare 117
2.7. Utilaje de sudare. Principii de funcționare și scheme electrice de acționare 124
2.8. Utilaje folosite în atelierele de turnătorie și forjare. Principii de funcționare și scheme electrice de acționare 130
2.9. Utilaje folosite în atelierele de vopsitorie și impregnare. Principii de funcționare și scheme electrice de acționare 139

3. EXPLOATAREA, ÎNTREȚINEREA ȘI REPARAREA ELEMENTELOR DE ACȚIONARE ALE UTILAJULUI INDUSTRIAL 147
3.1. Caracteristicile tehnice ale echipamentului electric pentru acționarea utilajului industrial 147
3.2. Elemente ale aparatajului electric utilizat în acționarea utilajului industrial 156
3.2.1. Contacte electrice 158
3.2.2. Electromagneți 160
3.2.3. Dispozitive de stingere a arcului 163
3.2.4. Elemente elastice 165
3.2.5. Elemente bimetalice 167
3.3. Aparatajul electric utilizat în acționarea utilajului industrial . 171
3.3.1. Aparataj de comutație și comandă 172
3.3.2. Aparataj de protecție și semnalizare 197
3.3.3. Dispozitive de limitare 210
3.3.4. Cuplaje și frîne electromagnetice 221
3.3.5. Mutatoare 246
3.3.6. Mecanisme traductoare 253
3.3.7. Amplificatoare 268
3.3.8. Influența diferiților factori asupra caracteristicilor echipamentului electric 273
3.4. Mecanisme pentru alimentarea, prinderea și fixarea pieselor . . 274
3.4.1. Mecanisme de alimentare 274
3.4.2. Mecanisme pentru fixarea și prinderea pieselor . . . 282
3.5. Mecanisme pentru inversarea mișcărilor 296
3.6. Sisteme de avans ale mașinilor-unelte 304
3.7. Sisteme de urmărire electropneumatice și electrohidraulice . . 314
3.8. Regulatoare și sisteme de reglare automată aferente utilajului industrial 318
3.9. Mecanisme de comandă a ciclului automat de funcționare al mașinilor unelte 325
3.10. Mecanisme electrice de citire aferente mașinilor unelte . . 330
3.11. Aparate de măsură și control încadrate în cinematica mașinii 334
3.12. Mecanisme electrice de reglare automată și controlul dimensiunilor pe mașinile unelte 342
3.13. Verificarea și controlul reparațiilor echipamentului electric . 313
3.14. Motoare electrice de acționare și mașini electrice speciale aferente utilajului industrial 358
3.14.1. Generalități privind repararea motoarelor electrice . . 358
3.14.2. Montarea echipamentului și cablurilor electrice în cadrul schemelor de comandă 370

4. INDICAȚII PRIVIND MONTAREA ȘI MODERNIZAREA INSTALAȚIILOR ȘI MECANISMELOR DE ACȚIONARE ELECTRICĂ ALE UTILAJELOR VECHI AFLATE ÎN REPARAȚIE 376
4.1 Modificarea schemelor și sistemelor de comandă în vederea modernizării 378
4.2. Principalele moduri de amplasare a echipamentului 388
4.3. Tipuri de mecanisme și dispozitive acționate electric folosite la mecanizarea și automatizarea utilajelor 396
4.4. Metode de modernizare a principalelor subansamble și mecanisme ale utilajelor industriale 408
5. MĂSURI DE TEHNICA SECURITĂȚII MUNCII ȘI DE PREVENIREA ȘI STINGEREA INCENDIILOR LA ÎNTREȚINEREA ȘI REPARAREA UTILAJULUI INDUSTRIAL 419
5.1. Accidente posibile în timpul executării reparațiilor, măsuri de prevedere și combatere 420
5.2. Norme departamentale și republicane de protecția muncii și de prevenirea și stingerea incendiilor 426
5.3. Legislația privind organizarea și îndrumarea activității pe linie de protecția muncii și de prevenirea și stingerea incendiilor în întreprinderile industriale 428

BIBLIOGRAFIE 430

1. ORGANIZAREA LUCRĂRILOR DE ÎNTREȚINERE ȘI REPARAȚII ALE INSTALAȚIILOR ELECTRICE DE PE UTILAJELE INDUSTRIALE

1.1. GENERALITĂȚI PRIVIND EXPLOATAREA ȘI ÎNTREȚINEREA UTILAJELOR INDUSTRIALE

Uzura utilajului industrial este legată de modificarea dimensiunilor și a formei pieselor ; piesele își pierd forma geometrică corectă, dimensiunile inițiale, ceea ce duce la mărirea jocurilor în asamblări, la deranjarea funcționării normale a diferitelor aparate, organe și ansambluri și a poziției lor reciproce corecte.

Pentru menținerea utilajului în stare de funcționare continuă, se impune realizarea unui sistem organizat al întreținerii și reparațiilor. Organizarea rațională a întreținerii și supravegherii asigură sporirea duratei de serviciu a utilajelor, elimină cauzele care provoacă scoaterea lor din funcțiune în mod neprevăzut, accelerează executarea reparațiilor, reduce durata și costul lor.

Organizarea unui sistem de exploatare și întreținere trebuie să asigure :

— funcționarea continuă a utilajului și aparatajului și excluderea posibilităților ca acestea să fie scoase în mod neprevăzut din funcțiune din cauza uzurii,

— variații cît mai mici ale uzurii utilajului și aparatajului pentru toată durata de exploatare,

— asigurarea calității și preciziei de prelucrare a pieselor executate în conformitate cu condițiile tehnice,
— preîntîmpinarea avariilor, ruperilor și a uzurii progresive;
— folosirea optimă a posibilităților de durabilitate la piesele de schimb și de bază,
— mărirea duratei de funcționare a utilajului și aparatajului între două reparații,
— reducerea timpului de oprire a utilajului pentru executarea lucrărilor de reparație raportat la durata exploatării lui,
— posibilitatea de planificare a termenelor în care utilajele pot fi puse în reparație și a manoperei (orele de lucru) lucrărilor de reparație.

Elementele menționate pot fi asigurate dacă reparația este bine organizată, astfel, încît o serie de lucrări să fie pregătite din timp și să se facă periodic într-o ordine strict planificată care să asigure prevenirea avariilor sau a reparațiilor neprevăzute și neplanificate.

În prezent, întreținerea și repararea utilajului și a aparatajului se face după următoarele sisteme :
— sistemul de revizii tehnice — Rt ;
— reparații curente de gradul I — Rc 1 ;
— reparații curente de gradul II — Rc 2 ;
— reparații capitale — Rk.

În cele ce urmează se va examina scopul și caracterul operației de întreținere și reparare, punîndu-se accentul în special pe întreținerea mecanismelor de comandă și acționare a utilajului.

Reviziile tehnice Rt constau în operațiile ce se execută, de regulă, înaintea unei reparații planificate curente, capitale, în scopul determinării stării tehnice a utilajului și a principalelor operații ce urmează a se executa cu ocazia primei revizii planificate pentru a se asigura în continuare funcționarea normală a utilajului și în principiu conțin :
— executarea unor operații de reglare și consolidare a unor piese și subansamble,
— controlul manetelor de comandă, al dispozitivelor de prindere și al exteriorului utilajului aparatajului sau al instalației electrice respective,
— verificarea aparatajului de comandă (întreruptoare, declanșatoare, controlere, reostate, butoane etc.). Curățirea contactelor și înlocuirea celor defecte, verificarea bornelor, curățarea și strîngerea lor,
— verificarea legăturilor de priză și a legării la pămînt sau la firul neutru,

— verificarea stării rețelei de alimentare și a instalațiilor electrice,
— verificarea calității și cantității lubrifianților,
— verificarea stării instalațiilor și a pieselor ușor accesibile, supuse uzurii rapide,
— reglarea la nevoie a aparatelor de comandă și a dispozitivelor de frînare,
— executarea unor lucrări de reparații mărunte care să asigure funcționarea normală a utilajului și aparatajului pînă la prima reparație planificată.

În funcție de starea tehnică în care se află utilajul și aparatajul aferent prin revizia tehnică se stabilește dacă acesta trebuie să intre în reparație după numărul de ore de funcționare prevăzute în normative.

Reparațiile curente Rc 1 constituie elementul de bază al reparațiilor prin care se asigură menținerea în perfectă stare de funcționare a utilajului și constă în intervențiile ce se execută periodic, planificate în scopul înlăturării uzurii materiale sau a unor deteriorări a aparatajului și instalațiilor, prin reparare, recondiționare sau înlocuirea parțială a unor subansamble uzate.

În acest sens reparația curentă va fi Rc 1 sau Rc 2.

Principalele operații ce se execută în cadrul reparației curente Rc 1 sînt :

— demontarea parțială a pieselor sau subansamblelor cu uzură frecventă, recondiționarea și reglarea acestora, înlăturarea jocurilor și strîngerea pieselor slăbite ;
— curățirea, spălarea completă a aparatajului și schimbarea după caz a uleiului ;
— înlocuirea pieselor uzate care nu pot asigura gradul de precizie sau funcționarea normală a aparatajului ;
— verificarea dispozitivelor de comandă automată și a limitatoarelor de cursă ;
— recondiționarea instalațiilor de alimentare deteriorate ;
— repararea frînelor și cuplajelor electromagnetice ;
— înlocuirea periilor, recondiționarea și spălarea lagărelor, înlocuirea contactelor arse, suflarea prafului la electromotoare etc.

Reparații curente Rc 2 cuprind în afara lucrărilor prevăzute pentru reparațiile curente Rc 1, și operații suplimentare prin care se înlocuiesc majoritatea pieselor și aparatelor care prezintă uzură avansată astfel :

— repararea sau înlocuirea aparatajului de comandă și pornire ;

— înlocuirea cuplajelor și frînelor electromagnetice și a limitatoarelor de cursă ;
— înlocuirea parțială după caz a bobinajului la motoarele electrice și la celelalte aparate electrice ;
— repararea sau înlocuirea pieselor sau subansamblelor aparatelor și mașinilor electrice deteriorate prin scurtcircuitare.

La reparația curentă Rc 2 utilajele se demontează parțial urmărindu-se restabilirea capacității de lucru, a preciziei și a siguranței de funcționare a aparatajului de comandă și protecție pînă la următoarea reparație curentă sau capitală.

Reparația capitală Rk constă în intervenții ce se execută după expirarea ciclului de funcționare prevăzut în normative, în scopul menținerii caracteristicilor tehnico-economice și prevîntîmpinării ieșirii utilajului din funcțiune înainte de termen.

În cadrul reparațiilor capitale se execută demontarea totală a utilajului, efectuîndu-se totalitatea lucrărilor de reparații care au ca scop refacerea completă a capacității de lucru a utilajului și aparatajului prin înlocuirea și repararea tuturor pieselor și subansamblelor cu uzură avansată, care nu mai pot funcționa în condiții de siguranță și precizie.

Reparațiile capitale cuprind în același timp toate lucrările prevăzute la reparațiile curente Rc 1 și Rc 2. În ce privește mecanismele electrice, în cadrul reparațiilor capitale, se înlocuiesc complet piesele deteriorate, iar la mașinile și aparatele electrice, se înlocuiește total sau parțial bobinajul motorului electric sau al aparatajului, se repară sau se înlocuiesc cuplajele și frînele electromagnetice, precum și instalațiile electrice de alimentare. În același timp se verifică și se recondiționează și piesele uzate de la celelalte subansamble ale utilajului (cutii de viteză și de avans, cărucioare, ghidajele batiului și săniilor, instalații de ungere și răcire etc.).

1.2. METODE DE PREVENIREA UZURII ȘI ÎNLĂTURAREA DEFECTELOR

Degradarea utilajului și a echipamentului electric aferent datorită fenomenelor de uzură nu conduce neapărat la scoaterea lor din funcțiune. Prin anumite operațiuni și lucrări de întreținere se pot înlătura și ameliora uzurile ivite în timpul funcționării utilajului. Aceasta se poate realiza prin :
— măsuri pentru remedierea defectelor de construcție și a abaterilor de la procesul tehnologic de fabricare a pieselor,
— exploatarea și întreținerea corespunzătoare,

— operații de reparare,
— operații de modernizare a utilajului cu ocazia efectuării reparațiilor.

În practică trebuie ținut seama și de faptul că recondiționarea utilajului și echipamentului electric nu se poate repeta la infinit, deoarece la un moment dat se ajunge în faza de uzură statică și atunci trebuie să se renunțe definitiv la folosirea utilajului respectiv. Aceasta impune efectuarea unui control permanent a pieselor și subansamblelor cu ocazia efectuării inspecțiilor asupra utilajului și echipamentului electric. O atenție deosebită trebuie acordată utilajelor cu durată mare de serviciu.

Măsuri pentru remedierea defectelor de construcție și abaterilor de la procesul tehnologic de fabricație a pieselor. Defectele de construcție și abaterile de la procesul tehnologic de fabricare a utilajului și echipamentului electric (jocurile și ajustajele la piesele de contact necorespunzătoare, modul greșit de asamblare, sau dimensionarea necorespunzătoare a pieselor etc.) face ca volumul reparațiilor în timpul exploatării să fie mare, din care cauză productivitatea utilajului scade. Pentru a preveni uzura prematură și scoaterea accidentală din funcțiune, cu ocazia controlului efectuat asupra utilajului trebuie să se ia măsuri de reglaje și remedieri, încît piesele și mecanismele să se uzeze cît mai puțin posibil. De asemenea, trebuie să se asigure condițiile optime pentru realizarea unei ungeri cît mai bune, la care intervenția omului să fie cît mai redusă. Cu ocazia reparațiilor trebuie găsite soluții pentru ameliorarea uzurii pieselor și evitarea uzurilor accidentale. Vom reda cîteva din metodele care trebuie avute în vedere cu ocazia reparațiilor pentru a se obține o durată de funcționare a utilajului și echipamentului electric cît mai îndelungată.

— simplificarea comenzilor în vederea evitării greșelilor de manevrare,
— înzestrarea cu sisteme de ungere centrală dotate cu dispozitive de controlat ungerea,
— adaptarea compensatorilor de uzură la diverse îmbinări,
— prevederea de dispozitive de suprasarcină,
— adaptarea de limitatoare de cursă și mecanisme de semnalizare,
— piesele cu uzură rapidă să fie ușor accesibile pentru control și înlocuire,
— asigurarea protecției contra pătrunderii prafului și elementelor abrazive și dispozitive pentru evacuarea resturilor materiale,
— dotarea utilajului cu instrucțiuni de întreținere și exploatare.

Exploatarea și întreținerea corespunzătoare a utilajelor și echipamentelor. Prevenirea uzurii și asigurarea duratei de serviciu cît mai mari a utilajului și echipamentului electric o constituie aplicarea unor măsuri preventive, prin care se urmărește să se întîrzie cît mai mult apariția uzurilor, sau să se încetinească cît mai mult procesul lor de dezvoltare. Aceste măsuri se pot grupa în două categorii distincte.

— măsuri de exploatare corectă,

— măsuri de întreținere corespunzătoare.

Ele se aplică fără întrerupere pe toată durata de exploatare a utilajului și echipamentului electric pînă în momentul cînd acesta este scos din uz. În acest mod durata de exploatare este mult mărită, cheltuielile cu operațiunile de întreținere sînt mult reduse, iar productivitatea utilajului este menținută.

OPERAȚII DE REPARARE

Operațiile de reparare care se fac asupra utilajului și echipamentului electric sînt de mai multe categorii și diferă după gradul de complexitate al acestora și al lucrărilor de executat.

La utilaje și echipamente electrice, uzura provine din acțiunea reciprocă a unor piese sau subansamble în mișcare, favorizînd astfel modificarea formei și dimensiunilor acestora, precum și creșterea jocurilor între ele.

Prin executarea operațiilor de recondiționare și reparare se va căuta să se rezolve :

— restabilirea dimensiunilor și jocurilor pieselor sau subansamblelor de piese supuse mișcării și frecării ;

— utilizarea materialelor din care au fost confecționate piesele inițiale sau altele cu proprietăți similare,

— înlocuirea piese-degradate, care nu mai pot fi recondiționate sau a căror folosire ar compromite securitatea în funcționare a utilajului sau echipamentului electric.

OPERAȚII DE MODERNIZARE

Pentru înlăturarea uzurii morale a utilajului și echipamentului electric sînt necesare lucrări de modernizare. Acestea se impune în special în două cazuri și anume :

— cînd utilajul favorizează producerea de strangulări în procesul de fabricație,

— cînd se dorește reducerea volumului cheltuielilor de reparații.

Prin aceste operații de modernizare se urmărește să se realizeze :

— completarea utilajului cu anumite dispozitive potrivite, care să ducă la scurtarea operațiilor tehnologice și în consecință la mărirea productivității,

— mărirea vitezei de lucru prin schimbarea unor elemente constructive,

— adăugarea de mecanisme și elemente noi care să-i mărească gama de operații posibile,

— reducerea volumului de lucru și a cheltuielilor de reparații,

— înlocuirea unor acționări manuale cu mecanisme acționate electric, pneumatic, hidraulic etc.

Una din măsurile eficiente de modernizare, în cazul producției de serie, o constituie transformarea utilajului într-un utilaj specializat.

Odată cu lucrările de modernizare se va avea în vedere și îmbunătățirea condițiilor de exploatare corespunzătoare pentru asigurarea protecției muncitorilor.

1.3. ATRIBUȚIILE ELECTRICIANULUI DE EXPLOATARE ȘI ÎNTREȚINERE ȘI ALE ELECTRICIANULUI DE REPARAȚII

Asigurarea funcționării continue a utilajului și echipamentului electric se bazează pe supravegherea, întreținerea și executarea reparațiilor preventive de către personal calificat pentru asemenea operații. Aceasta impune ca în cadrul atelierelor productive sau auxiliare (neproductive) să existe echipe de întreținere și reparații formate din lăcătuși, mecanici, electricieni de întreținere și reparații etc.

Întreținerea și repararea instalațiilor electrice și echipamentului electric de pe utilajele industriale este realizată de către electricienii de exploatare și întreținere ale căror atribuții sînt :

— să ia cunoștință de starea și regimul de funcționare a întregului echipament din sectorul său de lucru și de lucrările ce trebuie executate în schimbul său,

— să efectueze controlul echipamentului electric la utilajele din sectorul de care răspunde, conform prevederilor stabilite prin instrucțiunile de serviciu,

— să ia măsuri imediate pentru înlăturarea deranjamentelor produse în schimbul său,
— să raporteze șefului imediat superior din schimb deficiențele observate și să le consemneze în registrul de defecte,
— la apariția unei avarii în instalația electrică, electricianul de serviciu trebuie să cheme fără întîrziere pe șeful de schimb, iar pînă la sosirea acestuia să ia independent măsurile necesare pentru restabilirea funcționării normale a echipamentului electric,
— în cazuri de forță majoră ce nu suportă amînări (incendiu, accident etc.) electricianul de serviciu este obligat să ia fără întîrziere măsurile necesare pentru înlăturarea avariei, deconectarea unei părți sau a întregii instalații de la rețea ;
— în cazul cînd pentru executarea unor lucrări urgente trebuie să-și schimbe traseul de controale și verificări, electricianul de serviciu înștiințează pe maistrul de tură sau șeful imediat superior.

Fără știrea șefului imediat superior electricianul de exploatare și întreținere nu are dreptul :

— să facă modificări în regimul de lucru al utilajului,
— să instaleze siguranțe pentru o valoare a curentului mai mare, sau să regleze releele pentru o putere mai mare,
— să demonteze mecanismele echipamentului în vederea executării controlului în afara cazurilor cînd acesta este prevăzută în instrucțiuni.

Remedierea avariilor și a deranjamentelor, precum și executarea reparațiilor echipamentului și instalațiilor electrice se fac de către electricienii de întreținere și reparații, care au următoarele atribuții :

— executarea controalelor și a reparațiilor echipamentului electric de pe utilajele industriale, în conformitate cu graficul de controale și reparații,
— pregătirea reparației cu o zi, două, înainte de începerea ei, în sensul verificării la magazie a existenței materialelor și pieselor necesare completării sau înlocuirii pieselor defecte sau cu uzură avansată,
— cunoașterea înainte de începerea reparației a stării de funcționare și a defectului echipamentului și instalației electrice de pe utilaje, informîndu-se în acest scop de la muncitorul care deservește instalația sau de la electricianul de tură (schimb).

Pe baza informațiilor culese stabilește amănunțit defectele care s-au constatat în timpul lucrului pentru a le înlătura.

— urmărește funcționarea în gol a utilajului, întrerupe curentul electric și începe demontarea echipamentului electric al utilajului în conformitate cu instrucțiunile de serviciu,
— efectuează proba de funcționare a utilajului după terminarea reparației echipamentului electric și predarea în stare de funcționare, conectat la rețeaua electrică de alimentare,
— urmărește funcționarea utilajelor după executarea reparațiilor,
— execută și pregătește piesele de rezervă pentru elementele care se uzează frecvent,
— semnează în registrul de inspecții și de reparații de toate lucrările executate.

La efectuarea inspecțiilor asupra instalațiilor și echipamentului electric de pe utilajele industriale trebuie avut în vedere următoarele reguli :

— controlul echipamentului și instalațiilor electrice de pe utilajele industriale să fie executate de una sau mai multe persoane cu calificare corespunzătoare (grupa III NTS).
— la controlul și inspecția instalațiilor de distribuție, tablourilor, barelor, a conductoarelor de contact, a asamblărilor echipamentului și instalațiilor electrice este interzisă îndepărtarea plăcuțelor avertizoare și a împrejmuirilor de protecție, pătrunderea în spatele împrejmuirilor, înlăturarea defectelor descoperite, dacă pentru aceasta este necesară apropierea de elementul sub tensiune, este, de asemenea, interzisă.

Personalul de exploatare care deservește utilajul industrial din sectoarele de producție, în componența căruia intră și echipamentul electric, poate deschide individual pentru control ușile tablourilor de distribuție, dispozitivelor de pornire, pupitrelor de comandă etc. pentru a constata starea tehnică, cu luarea măsurilor necesare de tehnica securității muncii. Este interzisă deschiderea ușilor sau carcaselor echipamentului electric în execuție antiexplozivă sau ventilată din exterior, montate în încăperi cu degajări de gaze, vapori sau praf care pot forma amestecuri explozive capabile să provoace incendii.

Deservirea echipamentului antiexploziv se va face conform normativelor și instrucțiunilor împotriva exploziilor emise de către întreprinderile constructoare.

2. PRINCIPIILE GENERALE DE CONSTRUCȚIE ȘI FUNCȚIONARE ALE UTILAJULUI INDUSTRIAL ȘI SCHEME ELECTRICE DE ACȚIONARE

2.1. CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND FUNCȚIONAREA ȘI EXPLOATAREA UTILAJULUI INDUSTRIAL

Procesul de producție al unei întreprinderi constructoare de mașini are în vedere realizarea semifabricatelor (prin turnare, forjare, presare sau debitare din laminate etc.), la toate dimensiunile și formele lor de prelucrare (prelucrare termică, chimică, electrică, etc.), controlul tehnic al dimensiunilor și al calității în toate stadiile procesului de producție, transportul uzinal al materialelor, semifabricatelor, pieselor și produselor, asamblarea, vopsirea, împachetarea și expedierea produselor.

Pentru a satisface aceste cerințe în întreprinderile industriale a apărut necesitatea dezvoltării și diversificării parcului de mașini și utilaje, în funcție de structura procesului de fabricație.

Marea varietate a formelor și dimensiunilor pieselor folosite în construcția de mașini și aparate, a materialelor utilizate la confecționarea acestora, a preciziei dimensionale și a calității suprafețelor prelucrate, precum și volumul de piese identice ce se cer confecționate într-o anumită unitate de timp, a contribuit la apariția unei mari diversități de mașini de prelucrat (mașini-unelte, prese, ștanțe etc.).

În procesul de producție trebuie ținut seama că aceeași piesă, de exemplu de forma unui ax, bucșă sau șurub, poate fi prelucrată pe un strung normal, pe un strung revolver, strung semiatomat sau automat multiaxe, tipul de strung fiind impus de volumul de piese și de timpul în care acestea trebuie confecționate.

De asemenea, o piesă cu suprafețe plane poate fi realizată prin așchiere pe șeping, pe raboteză, pe mașini de frezat sau de rectificat plan, tipul de mașină fiind impus fie de dimensiunile piesei, sau ale suprafeței prelucrate (șeping sau raboteză), fie de calitatea suprafeței ce trebuie obținută (mașină de frezat sau de rectificat).

În funcție de destinația mașinii-unelte de prelucrat, de formele și dimensiunile ce se prelucrează, cerințele de reglare a vitezelor pot fi și ele diferite.

Într-o serie de cazuri, cum sînt mașini-unelte specializate sau de tipul agregat destinate unei grupe relativ reduse de piese, reglarea vitezei mișcării principale poate fi făcută în trepte cu ajutorul unui număr mai mare sau mai mic de trepte de reglare a vitezelor. La mașinile-unelte universale se impune, din considerente de ordin tehnic și economic, să existe o posibilitate de variație uniformă a vitezei mișcării principale în cuprinsul întregului interval de reglare.

Combinarea mișcării principale și a mișcărilor de avans asigură contactul dintre scula tăietoare și întreaga suprafață de prelucrat.

Pentru menținerea regimului optim de tăiere, care trebuie să asigure și timpul minim de prelucrare, este necesară o coordonare între mișcarea principală și mișcările de avans.

O conducere corectă a operațiunilor de prelucrare poate fi asigurată numai printr-o observare strictă a ordinii lor de succesiune cu reglarea corespunzătoare a vitezelor și cu deplasarea mecanismelor mașinii-unelte la fiecare operație în parte.

La mașinile-unelte universale cu comandă normală supravegherea succesiunii operațiilor și reglarea regimurilor de prelucrare revin muncitorului care deservește mașina-unealtă. La mașinile unelte cu comandă automată observația succesiunii operațiilor și a regimurilor de lucru se efectuează prin instalații și mecanisme de comandă automată de tip electric, hidraulic sau pneumatic. Aceste elemente au o importanță hotărîtoare în ce privește mărirea productivității mașinii-unelte, deoarece automatizarea funcționării și supravegherii determină un regim de lucru constant corespunzător reglării respective. Prin automatizare, după ce s-a dat impulsul inițial, mașina-unealtă lucrează pînă la oprire repetînd ciclul de lucru cu aceeași structură și durată.

Funcționarea automată s-a extins la mașinile-unelte pentru așchierea metalelor, la prese etc. și reprezintă în momentul de față o etapă din cele mai caracteristice și mai importante în dezvoltarea acestor mașini.

La noile tipuri de mașini-unelte, prese, mașini de ștanțat etc. sînt automatizate atît schimbările vitezelor mișcării principale și de avans, cît și funcționarea sistemului de ungere și controlul dimensiunilor piesei ce se prelucrează, operații care se execută cu ajutorul unor aparate de măsurat care fac parte din mașină.

La utilajele de construcție modernă fabricate în ultimii ani este caracteristică tendința de a utiliza tot mai multe sisteme electrice de reglare continuă a vitezelor de acționare, de a utiliza diferite dispozitive electronice pentru automatizarea comenzilor, grupul generator-motor (agregatul Ward-Leonard) pentru mecanismele mașinilor unelte grele (strunguri Carusel, strunguri plane, mașini de rabotat, de alezat orizontal etc.), precum și de a utiliza în unele cazuri motoare electrice cu întrefier axial și rotor disc sau motoare electrice pas cu pas.

Realizări deosebite se obțin și prin acționarea hidraulică a mașinilor de prelucrat datorită avantajelor pe care le prezintă mecanismele electrohidraulice în ce privește siguranța în funcționare, posibilitatea reglării continue a vitezei, obținerea unor forțe mari, precum și menținerea îndelungată a subansamblului mobil al utilajului într-o anumită poziție. Principalul organ de comandă în circuitele de acționare hidraulică este sertărașul comandat cu electromagneți. Fiecărei poziții a sertărașului îi corespunde o anumită acțiune a sistemului de acționare.

Mecanismele pneumatice sînt folosite în special la sistemele de prindere și fixare ale utilajelor de puteri mici.

Sistemele de comandă electrice au un rol deosebit și prezintă o serie de avantaje în acționarea utilajelor, deoarece pe lîngă pornirea și oprirea motoarelor individuale se mai pot realiza pe cale electrică și alte operații cum sînt : schimbarea sensului de rotație, schimbarea și limitarea avansului, asigurarea operațiilor parțiale etc.

Reducerea timpilor auxiliari, precum și necesitatea protecției muncitorului și a mașinii conduc spre automatizarea utilajului industrial, unde un loc important îl ocupă mijloacele de automatizare și acționare electrică. Sistemul de acționare electrică constă din partea mașinii formate din motor, aparate de comandă și elementele mecanice care transmit mișcarea la organele de lucru ale utilajului. Principalele aparate electrice care intră în componența echipamentului electric de pe utilajele industriale, sînt : întreruptoare pentru

circuitele de forță, care pun în mișcare motoarele electrice, cuplajele și frînele electromagnetice, lămpile de semnalizare, limitatoarele de cursă etc. Întreruptoarele de acționare a mecanismelor de comandă trebuie să fie montate la îndemîna muncitorului. Ele sînt, în general, de tipul cu o singură pîrghie pentru a se evita manevra greșită.

În vederea măririi preciziei de prelucrare, la mașinile-unelte moderne se utilizează măsurarea pe cale electrică cu ajutorul inductivității a două bobine ; precizia în acest caz este ridicată, cîmpul de măsurare variază de la 10 la 100μ, iar uzura este aproape inexistentă, deoarece nu există nici un fel de organ în mișcare, iar rezultatul măsurării se multiplică pe cale electrică. Aceste instrumente de măsurat pot juca și rolul de aparate de comandă. Mașinile înzestrate cu astfel de aparate pot lucra prin copiere după model.

2.2. MAȘINI-UNELTE PENTRU PRELUCRAREA METALELOR PRIN AȘCHIERE. PRINCIPII DE FUNCȚIONARE ȘI SCHEMELE ELECTRICE DE ACȚIONARE

2.2.1. GENERALITĂȚI

Producția industriei constructoare de mașini și utilaje a întreprinderilor industriale, ca și a sectoarelor de reparații și întreținere a utilajelor oricărei întreprinderi, necesită un volum foarte mare de prelucrări prin așchiere astfel, încît se poate spune că producția acestora se bazează aproape exclusiv pe folosirea mașinilor-unelte. Din această cauză, între diferite probleme specifice producției, una dintre cele mai importante este aceea a utilizării mașinii-unelte corespunzătoare producției respective, adică în scopul satisfacerii celor mai importante deziderate ca : productivitatea, precizia dimensională și calitatea prelucrării, siguranța în funcționare și protecția muncitorului.

În afara acestor condiții se impune ca mașina-unealtă să poată fi utilizată fără reparații pe o durată de timp cît mai mare, iar atunci cînd este scoasă din circuitul de fabricație datorită necesității reparației sale, timpul consumat în acest scop să fie cît mai mic.

În practică, pentru prelucrarea metalelor prin așchiere, sînt utilizate :

— mașini-unelte cu productivitate ridicată, utilizate în producție de serie mare, sau de masă, cum sînt : strungurile cu mai multe cuțite, semiatomate și automate, mașini agregat etc. ;

— mașini unelte speciale folosite numai pentru prelucrarea anumitor piese de același tip, cum sînt : mașinile de prelucrat roți dințate, mașinile pentru strunjit și rectificat arbori cotiți, mașini pentru frezat axe canelate etc. ;

— mașini speciale utilizate în procesele de fabricație numai pentru anumite tipuri de operații tehnologice, cum sînt : mașini de găurit în coordonate, mașini de rectificat fără centre, mașini de honuit, rodat etc. Funcționarea în bune condiții a mașinilor-unelte are o mare importanță în exploatare și, în special, în cazul cînd aceasta trebuie să lucreze într-o linie tehnologică organizată în flux, deoarece ieșirea din funcțiune a unei mașini împiedică funcționarea întregii linii sau a sectorului respectiv. Din aceste considerente, mașinile-unelte care urmează să lucreze în linii automate de producție în serie sau masă, condiția unei funcționări perfecte capătă o importanță deosebită.

În condițiile actuale ale cerințelor industriale, un rol important îl ocupă elementele electrice cuprinse în schemele electrice de acționare ale utilajului industrial.

Schemele electrice de acționare ale utilajelor industriale trebuie să indice :

— caracteristicile tehnice și condițiile de lucru ale utilajului,

— tensiunea și natura curentului de alimentare,

— destinația motoarelor electrice de antrenare cu specificația parametrilor tehnici de bază, tipul, puterea, turația nominală etc,

— specificația motoarelor hidraulice și pneumatice, indicîndu-se elementele de comandă electrică și caracteristicile lor (frecvența deplasărilor, tipul și numărul electromagneților de acționare, tensiunea și natura curentului, ciclu de funcționare etc.),

— menținerea regimurilor de lucru : normale, de reglare, și speciale,

— succesiunea de lucru a mecanismelor utilajului la punerea în funcțiune, după avarie sau după întreruperea curentului de alimentare, precum și date în legătură cu realizarea ciclului de lucru al utilajului după revenirea în poziție inițială a tuturor mecanismelor,

— specificația dispozitivelor de protecție și a legăturilor de interblocare dintre mecanisme,

— poziția montării aparaturii și a panoului de comandă,

— specificația și destinația elementelor de comandă cuprinse în panouri,

— specificația aparatelor de observație vizuale și de semnalizare.

În practică, realizarea schemelor electrice de acționare a utilajului industrial trebuie să satisfacă următoarele condiții :

— realizarea ciclului de lucru al utilajului în regimurile de reglare, manual și automat,

— să aibă o durabilitate corespunzătoare, asigurată prin calitatea aparaturii electrice utilizate, număr minim de elemente incluse în schemă și durabilitatea elementelor de interblocare prevăzute în schemă,

— să permită realizarea comodă a comenzilor și suficiente posibilități de trecere de la un ciclu de altul,

— să fie simple și economice,

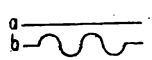
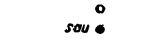
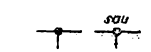
— să satisfacă normele de protecție a muncii și pază contra incendiilor.

Pentru întocmirea schemelor electrice de acționare a utilajului industrial, elementele componente sînt reprezentate prin semne convenționale. În marea lor majoritate elementele de acționare și comandă electrică au semnele convenționale standardizate (STAS 1590-71). În cazul elementelor ale căror semne nu sînt prevăzute în standarde se folosește, de obicei, semnele convenționale recomandate de către comisia Internațională de Electrotehnică (CEI).

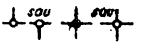
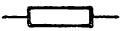
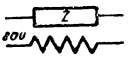
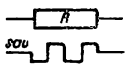
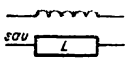
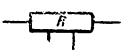
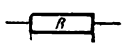
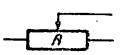
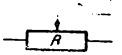
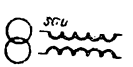
Semnele convenționale folosite pentru principalele elemente componente ale schemelor electrice ale utilajelor industriale sînt indicate în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1

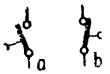
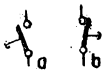
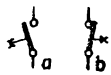
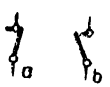
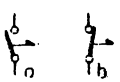
Semne convenționale folosite la întocmirea schemelor electrice ale utilajului industrial

Nr. crt.	Semnul convențional	Denumirea semnului
1	2	3
1		a. Un conductor sau un grup de conductoare, linie sau cablu izolat b. Conductor flexibil
2		Borne, conexiuni la borne
3		Derivații simple

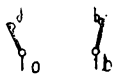
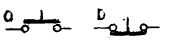
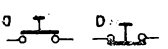
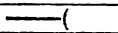
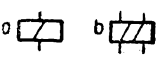
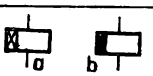
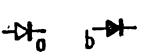
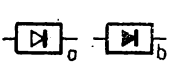
Tabelul 2.1. (continuare)

1	2	3
4		Derivaţie dublă
5		Intersecţie
6		Impedanţă, rezistenţă, reactanţă
7		Impedanţă
8		Rezistenţă ohmică (fără reactanţă)
9		Reactanţă
10		Rezistenţă potenţiometrică fixă
11		Rezistenţă cu prize fixe
12		Şunt
13		Rezistenţă variabilă cu contact mobil
14		Rezistenţă variabilă cu contact mobil şi variaţie continuă
15		Rezistenţă potenţiometrică cu contact mobil
16		Reostat
17		Transformator

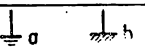
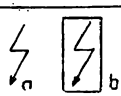
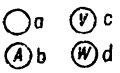
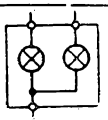
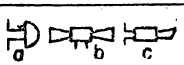
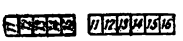
Tabelul 2.1 (continuare)

1	2	3
18		a. Contact normal deschis b. Contact normal închis
19		Contact cu temporizare la închidere a. normal deschis b. normal închis
20		Contact cu temporizare la deschidere a. normal deschis b. normal închis
21		Contact cu temporizare la închidere şi deschidere a. normal deschis b. normal închis
22		Contact comutator fără poziţie neutră (cu întrerup. circuitului)
23		Contact comutator cu poziţie neutră (cu întrerup. circuitului)
24		Contact comutator fără întreruperea circuitului la trecerea de pe o poziţie pe alta
25		Contact cu acţionare prelungită a. normal închis b. normal deschis
26		Contact de fine de cursă
27		Contact acţionat cu releu termic : a. cu revenire automată b. cu zăvorîre mecanică cu deblocare manuală
28		Contact cu zăvorîre mecanică a. normal deschis b. normal închis

Tabelul 3.1 (continuare)

1	2	3
29		Contactor a. normal deschis (contactor) b. normal închis (ruptor)
30		Contactor cu dispozitiv de protecție (cu întrerupere automată)
31		Buton de comandă cu revenire automată : a. cu contact normal deschis b. cu contact normal închis
32		Buton de comandă fără revenire automată (cu zăvor mecanic) a. cu contact normal deschis b. cu contact normal închis
33		Priza
34		Fișă
35		Fișă și priză asamblate
36		Bobină de releu
37		Bobină de releu : a. cu o singură înfășurare b. cu două înfășurări Obs. : în interiorul semnului convențional se poate înscrie valoarea rezistenței sau impedanței
38		Bobina de releu rapid (dacă trebuie să se indice că acționează mai repede decît alte relee)
39		Bobina cu releu de temporizare : a. la acționare b. la revenire
40		Redresor : a. semn general b. cu semiconductoare
41		Grup redresor (redresor + transmator) a. semn general b. cu semiconductoare

Tabelul 2.1 (continuare)

1	2	3
42		Siguranță fuzibilă a. semn general b. Partea care rămîne totdeauna sub tensiune poate fi indicată prin îngroșarea liniei respective
43		a. Legare la pămînt b. Legare la masă
44		a. Defect (semn general) b. Placă avertizoare: „Tensiune periculoasă“
45		Aparat indicator sau aparat de măsurat a. Semn general b. Ampermetru c. Voltmetru d. Wattmetru
46		Lampă de semnalizare
47		Casetă de semnalizare cu două lămpi
48		a. sonerie b. sirenă c. hupă
49		Lampă de semnalizare cu pilpîire
50		Gleme de șir
51		Motor asincron cu rotorul bobinat
52		Motor asincron cu rotorul în scurt-circuit
53		Generator de curent continuu
54		Motor de curent continuu

În cele ce urmează sînt prezentate cîteva tipuri de utilaje și schemele electrice de acționare a căror utilizare a căpătat o largă răspîndire în atelierele mecanice ale întreprinderilor industriale.

2.2.2. STRUNGURI

Pentru prelucrarea suprafețelor de revoluție interioare și exterioare precum și la executarea filetelor, o utilizare destul de mare o au strungurile.

Prelucrarea pe aceste mașini se execută prin combinarea a două mișcări, așa cum se vede în fig. 2.1.

În figura 2.1. este prevăzută schema cinematică de principiu a unui strung normal și lanțurile cinematice prin care se obțin mișcările de lucru și reglare astfel:

— mișcarea principală de rotație a arborelui principal *I* se realizează prin intermediul motorului electric M_1, transmisiei cu curele trapezoidale și cutiei de viteze *CV*;

— mișcarea de avans care poate fi longitudinală sau transversală. Ea derivă din lanțul cinematic al mișcării principale și se transmite prin intermediul cutiei de avansuri și filete *CAF*, șurubul con-

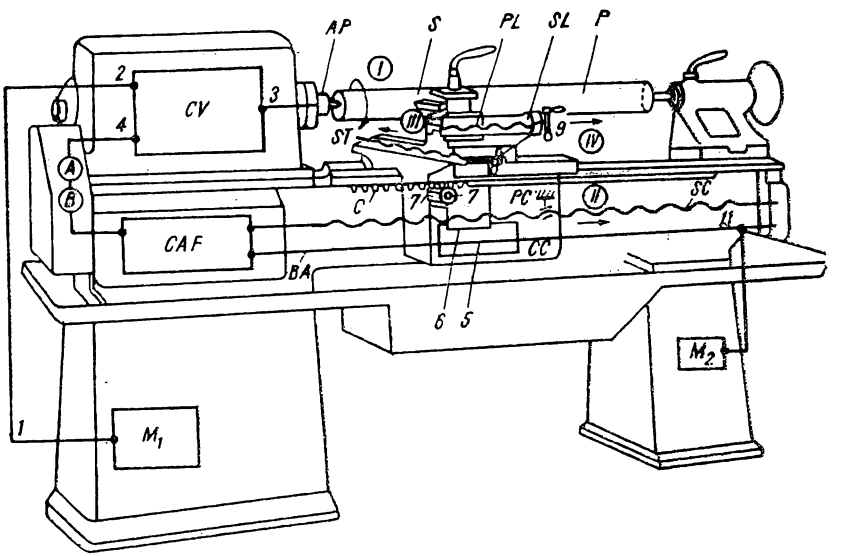


Fig. 2.1. Schema cinematică de principiu a strungului normal.

ducător *SC* și bara de avansuri *BA* la cutia căruciorului *CC*. Schimbarea sensului mișcării poate fi făcută manual sau automat (schimbarea automată numai pentru mișcarea de avans longitudinal) cu ajutorul mecanismelor de inversare.

Pentru deplasarea rapidă a căruciorului, unele tipuri de strunguri normale posedă un al doilea motor M_2, de la care mișcarea se transmite direct la bara de avansuri *BA*.

În figurile 2.2 *a* și *b* sînt prezentate variante de bază ale schemelor de acționare a strungurilor normale din ultima generație produse în țara noastră (tipul SNA 630 și 710 (fig. 2.2, *a*), tipul SNA 800, și 1 000 (fig. 2.2, *b*).

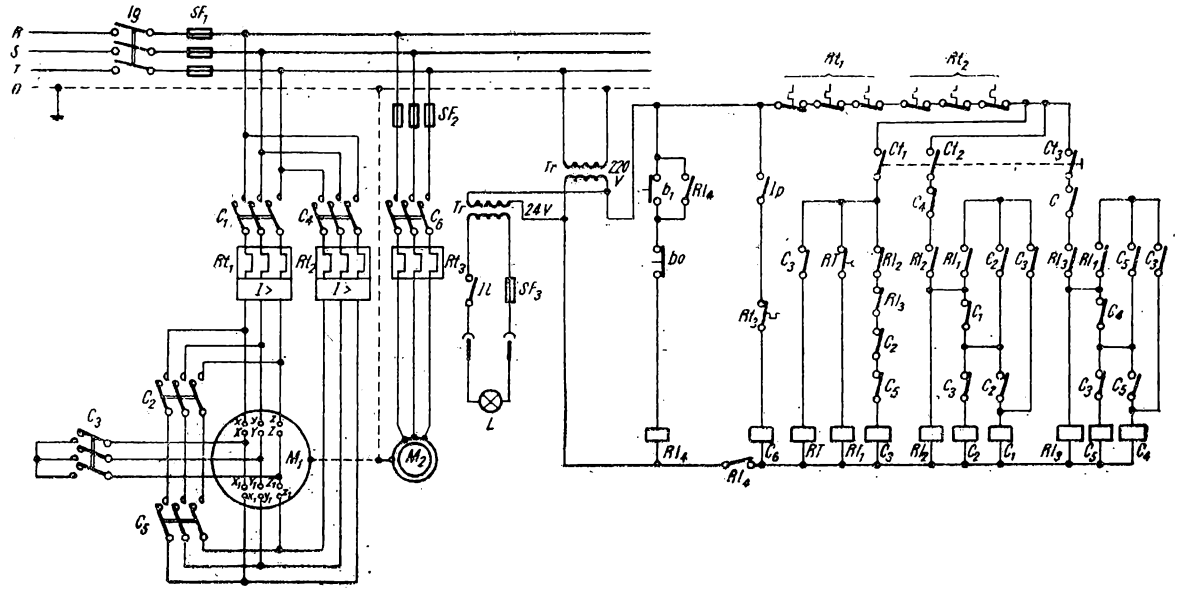
Schema electrică (fig. 2.2, *a*) comandă funcționarea motorului electric asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit M_1, care dezvoltă o putere de 11/18 kW, fiind prevăzut cu două turații de 1 500/3 000 rot/min, utilizat pentru acționarea lanțului cinematic principal de avans de filetare și a unui motor electric asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuitul M_2 care acționează pompa de răcire, alimentarea motoarelor fiind făcută la tensiunea de 220/380 V.

Schema electrică se pune sub tensiune prin intermediul întreruptorului tripolar *Ig*, după care, prin apăsarea pe butonul de pornire b_1 se pune sub tensiune schema de comandă a strungului. Menținerea sub tensiune a schemei se realizează cu ajutorul contactului RI_4 al releului intermediar RI_4.

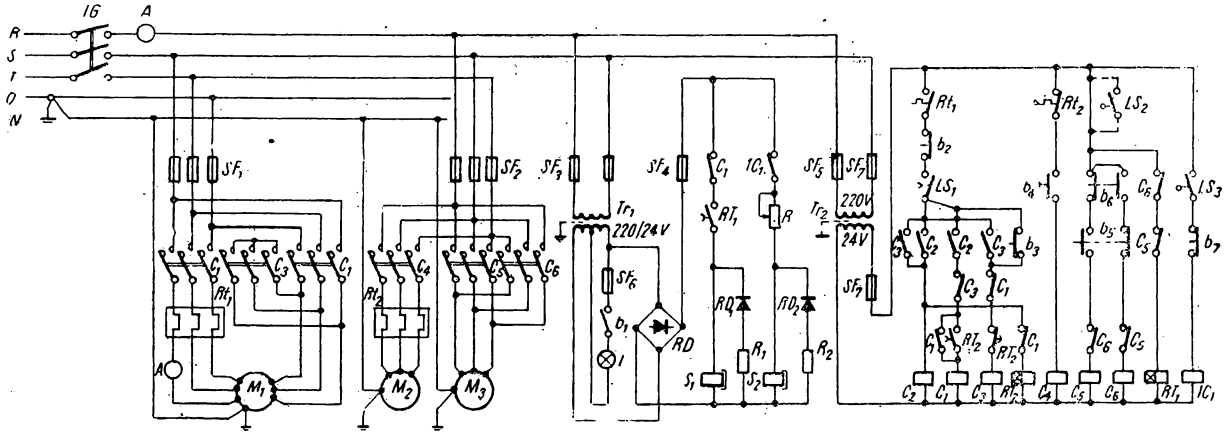
Motorul M_2 se pornește prin comutarea întreruptorului *Ip*, situație în care bobina contactorului C_6 se pune sub tensiune, închizînd contactele C_6 din circuitul de forță al motorului respectiv.

Pentru cele două turații ale motorului M_1, înfășurările sînt conectate în triunghi, și trebuie ținut seama de faptul că pentru turația mare, sub tensiune se află jumătate din numărul bobinelor fiecărei înfășurări. În această situație, numărul perechilor de poli este minim. În ce privește turația mică, conectarea în triunghi cuprinde toate bobinele înfășurărilor, numărul perechilor de poli fiind dublu față de cazul precedent. Schimbarea numărului perechilor de poli se realizează cu ajutorul contactelor C_2 și C_1 (în cazul turației mari), respectiv C_5 și C_4 (pentru turația mică). Pentru fiecare caz pornirea motorului se face prin conectarea stea-triunghi, selectarea turațiilor făcîndu-se cu ajutorul comutatorului *Ct*.

Pentru turația mică, comutatorul *Ct* se trece pe poziția corespunzătoare închiderii contactelor Ct_1 și Ct_3. În acest fel se pun sub tensiune bobinele contactoarelor C_3 și C_4, care dau posibilitatea conectării la rețea a bornelor *x*, *y*, *z* și scurtcircuitarea bornelor *X*, *Y*, *Z*, X_1, Y_1, Z_1. Se constată cu ușurință că înfășurările motorului sînt



R
S
T
0
Ig
SF1
SF2
SF3
C1
C2
C3
C4
C5
C6
Rt1
Rt2
Rt3
I>
M1
M2
Tr
220 V
24 V
Il
L
b1
bo
Rl4
Ip
Rt3
Ct1
Ct2
Ct3
C
RT
Rl1
Rl2
Rl3
a



16 - întreruptor general
A - ampermetru
SF - siguranțe fuzibile
C - contactoare
Rt - relee termice
M - motoare electrice

b - butoane de comandă
Tr - transformatoare
L - lampă
RD - redresor
RI - relee de timp
RD_1 - RD_2 - diode siliciu

S_1 - cuplaj electromagnetic tip Binder
S_2 - frînă electromagnetică tip Binder
R_1, R_2 - rezistențe chimice
$1C_1$ - contactor de comandă
LS - microîntreruptoare
R - rezistență bobinată

Tensiune de alimentare 3×220 V 380 V 400 V 3×440 V 500 V	Motor principal M_1 - 18 kW; 1000 rot/min Pornire Y→Δ	Electropompă răcire M_2 0,15 kW, 3000 rot/min	Avans rapid 0,55 kW; 1500 rot/min	Tensiune de comandă 24 V c.a.	Tensiune de comandă 24 V c.c.	Avans de lucru	Frînă arbore principal	Tensiune de comandă 110 V; 50 Hz	Comandă motor principal Pornire Y→Δ	Comandă electropompă	Comandă avans rapid	Comandă frînare arbore principal

Fig. 2.2. Schema electrică a strungului normal :
a — tip SNA 630 și 710 ; *b* — tip SNA 800 și 1 000.

legate în stea. Timpul necesar intrării motorului în turație este controlat prin releul *RT*, care la momentul oportun închide circuitul bobinei releului intermediar RI_1, iar un contact al acestuia pe al bobinei releului RI_3. Releul RI_3 comandă deconectarea contactoarelor C_3 și apoi pe C_4, permițînd anclașarea contactoarelor C_5 și din nou C_4.

Turația mare se obține închizînd contactele Ct_1 și Ct_2 ale comutatorului *Ct*.

Astfel, se pun sub tensiune bobinele contactoarelor C_3 și apoi C_1, realizîndu-se legătura în stea a înfășurărilor motorului. Schimbarea legăturii înfășurărilor este comandată de aceleași releu RT prin intermediul releelor RI_1 și RI_2. Un contact al releului intermediar RI_2 întrerupe circuitul bobinei contactorului C_3, iar un contact al acestuia pe cel al bobinei contactorului C_1. Contactele închise ale contactoarelor C_3 și C_1 servesc la anclașarea contactorului C_2 și după aceasta a contactorului C_1.

Oprirea motorului M_1 se realizează prin schimbarea comutatorului *Ct* pe poziția neutră, ceea ce are ca urmare declanșarea contactelor de alimentare a înfășurărilor motorului.

Scoaterea de sub tensiune a schemei se face cu ajutorul întreruptorului general *Ig*.

La întreruperea curentului din rețea, releul intermediar RI_4 asigură ca funcționarea schemei să nu poată fi reluată decît după apăsarea pe butonul de pornire generală b_1. Butonul de oprire generală b_0 se acționează în caz de avarii. Schema este prevăzută cu elemente de protecție : relee termice Rt_1, Rt_2, Rt_3, siguranțe fuzibile *SF* și cu contacte de interblocare a acționării contactelor.

În schema din fig. 2.2, *b* avansul rapid se execută cu ajutorul unui motor M_3, pentru avans rapid, de 0,55 kW la 1 500 rot/min, alimentat la tensiunea de 220/380 V.

Comenzile electrice sînt amplasate în trei locuri și anume :

— în dulapul electric, montat pe piciorul mic al strungului ; în partea din spate a dulapului se află întreruptorul principal și comutatorul pentru conectarea iluminatului,

— pe păpușa fixă sînt montate butoanele de comandă pentru pornirea și oprirea motorului principal de acționare, pentru pornirea și oprirea pompei de răcire și butonul pentru decuplarea frînei,

— pe cărucior se află butoanele de comandă pentru pornirea într-un sens sau altul al motorului de avans rapid.

Întreaga aparatură electrică este montată în dulapul electric într-o nișă din piciorul mic al strungului. Conductoarele pentru alimentare cu energie electrică a motorului principal și a comenzilor sînt trecute printr-o țeavă de protecție din oțel situată între piciorul

mic și piciorul mare al strungului. La strungurile cu lungime între vîrfuri de 4 000—5 000 mm, cablurile electrice care fac legătura între sania longitudinală și dulapul electric sînt conduse prin tuburi flexibile și susținute de un transportor de cabluri.

2.2.3. STRUNGURI SPECIALE

Pentru a efectua o prelucrare economică și cu o productivitate mare în practică, pe lîngă strungurile normale, o largă răspîndire au căpătat strungurile specializate pentru anumite operații tehnologice, cum sînt: strungurile carusel, frontale, revolver, semiautomate etc.

În figura 2.3 este reprezentată schema electrică de acționare a strungului revolver tip 1326 utilizat pentru producția de serie și masă a pieselor din bare și a pieselor forjate sau turnate.

Acest tip de strung are următorul ciclu de funcționare:

— mișcarea de rotație a piesei este asigurată de un motor electric asincron trifazat M_1 de 4,5 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd trei turații (1 500, 1 000 și 750 rot/min) obținute prin comutarea numărului de poli,

— mișcarea pentru rotirea și retragerea rapidă a capului revolver realizată cu ajutorul motorului asincron trifazat în scurtcircuit M_2 de 2,8 kW, la tensiunea de 220/380 V și o turație de 960 rot/min;

— mișcarea pentru acționarea pompei de răcire și ungere realizată cu ajutorul unui motor electric trifazat M_3 de 0,15 kW la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 2 800 rot/min,

— mișcarea pentru strîngerea și avansarea barei realizată cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_4 de 2,8 kW la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 960 rot/min.

Pe lîngă aceasta, în lanțul cinematic al mașinii sînt prevăzute trei cuplaje electromagnetice cu lamele, care permit să se obțină la axul principal al mașinii șase turații, putînd fi schimbate din mers. De asemenea, în lanțul cinematic de avans sînt cuprinse încă șapte cuplaje electromagnetice cu un singur disc. Prin cuplarea unuia din aceste ambreiaje se obține o anumită valoare a avansului.

Strungul este prevăzut cu un tablou de comandă montat în partea din față a piciorului strungului, într-o nișă special amenajată în acest scop și este prevăzut cu lămpile de semnalizare, întreruptorul motoarelor electrice și al pompei de răcire, precum și butoanele de comandă.

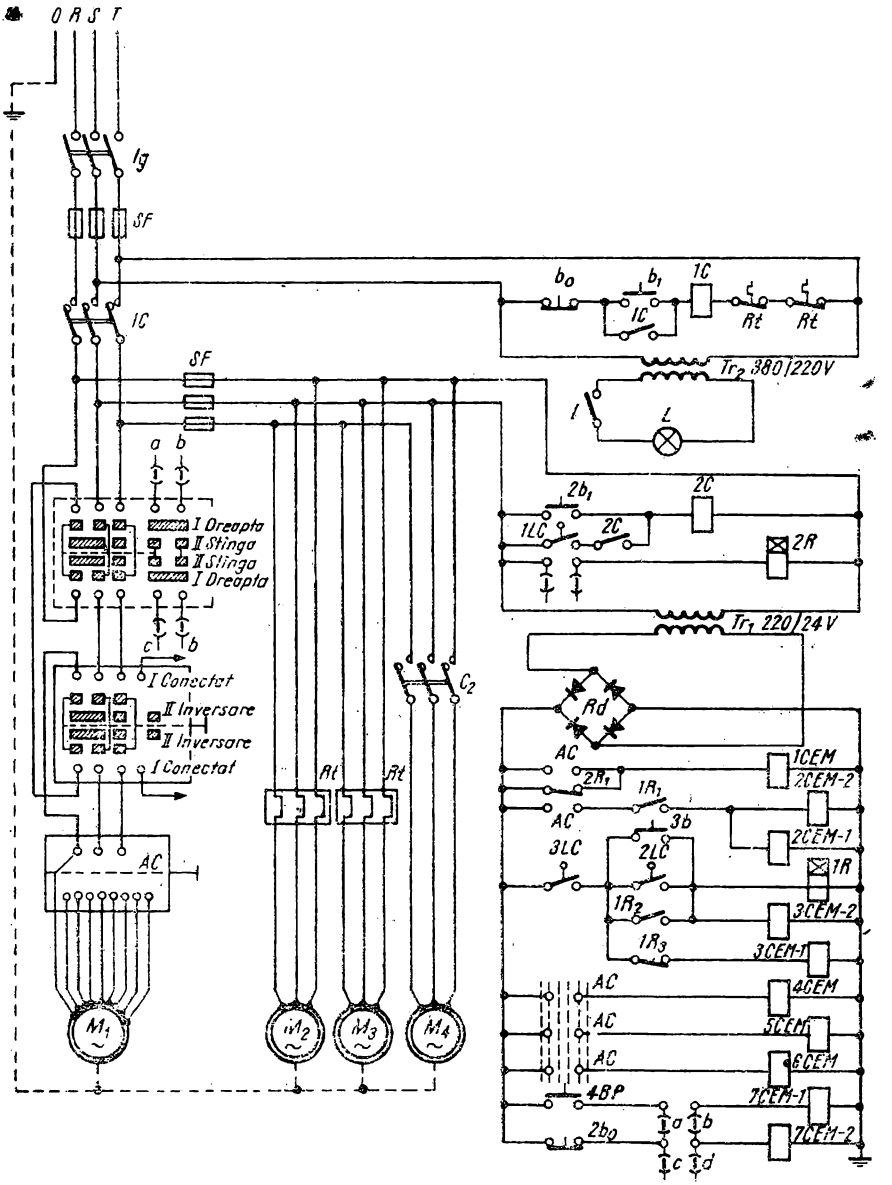


Fig. 2.3. Schema electrică a strungului revolver tip 1336.

Protecția împotriva suprasarcinilor prelungite și a scurtcircuitelor, se realizează cu ajutorul releelor termice *Rt* și al siguranțelor fuzibile *SF*.

Punerea schemei sub tensiune se realizează cu ajutorul întreruptorului general *Ig*, care conectează instalația electrică a mașinii la rețeaua de alimentare.

La apăsarea butonului b_1 contactorul *1C* cuplează, iar motorul M_1, pentru acționarea mișcării principale, este pus în mișcare.

Turația motorului este determinată de poziția aparatului de comandă, deoarece în timpul fiecărei retrageri a saniei capul revolver se rotește cu 60°, rotind cu același unghi și tamburul strungului în care se află aparatul de comandă. Sensul de rotație este determinat de poziția comutatorului cilindric de inversare notat cu *II* în schemă. Concomitent, se conectează motorul M_2, pentru retragerea rapidă a saniei capului revolver și motorul M_3 pentru acționarea pompei de răcire și ungere. Contactele *AC* ale aparatului de comandă, care sînt închise în poziția respectivă a capului revolver, permit conectarea circuitelor unora dintre cuplajele electromagnetice *1 CEM*, *2 CEM-1*, *2 CEM-2* etc., obținîndu-se astfel turația necesară a axului principal și avansul corespunzător. Cuplajele electromagnetice *7 CEM-1* și *7 CEM-2* schimbă sensul avansului.

Apropierea saniei capului revolver se face manual.

După apropierea saniei, prin apăsarea roții de comandă, se obține cuplarea avansului de lucru. La sfîrșitul cursei de lucru, un opritor acționează asupra tijei limitatorului de cursă *2LC*; contactul normal deschis al acestui limitator conectează releul intermediar $1R_1$ care, la rîndul său, deconectează cuplajul electromagnetic *3CEM-2* pentru avansurile de lucru și conectează cuplajul *3CEM-1* pentru retragerea rapidă. În momentul în care sania capului revolver revine în poziția inițială, intră în funcțiune limitatorul de cursă *3LC*. În acest caz, releul $1R_1$ revine și favorizează întreruperea circuitului cuplajului *3CEM-1*, pregătind astfel cuplarea circuitului de lucru a cuplajului *3CEM-2* pentru o nouă apropiere a saniei capului revolver.

Ținînd seama de faptul că la retragerea saniei capului revolver tamburul cu opritorul de comandă s-a rotit cu 60°, împreună cu capul revolver, la o nouă apropiere a capului se vor putea realiza alte turații ale axului principal și alte avansuri.

Alături de strungurile revolver, în producția de serie mare și de masă, sînt folosite și strungurile automate și semiautomate, fiind caracterizate prin realizarea automată a circuitului de lucru.

În cazul strungurilor automate întregul proces de prelucrare, inclusiv alimentarea cu un nou semifabricat și scoaterea piesei finite, se realizează fără participarea elementului uman.

Strungurile semiautomate se deosebesc de strungurile automate prin aceea că fixarea semifabricatului și scoaterea piesei finite se realizează manual.

În figura 2.4 este reprezentată schema electrică de acționare a strungului semiautomat cu cuțite multiple tip ST 2 utilizat pentru prelucrarea arborilor cotiți. Acest tip de strung lucrează după un ciclu automat, constînd din : apropierea rapidă a suporturilor, executarea avansurilor de lucru necesare și retragerea rapidă a suporturilor în poziția inițială. Fazele acestea sînt realizate astfel :

— mișcarea principală de rotație a piesei cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_1 de 22 kW la o tensiune de 220/380 V și o turație de 1 480 rot/min.

— mișcarea pentru acționarea sistemului hidraulic de avans transversal a suporturilor portcuțite — cu ajutorul unui motor electric, asincron, trifazat în scurtcircuit M_2 de 3,5 kW la o tensiune de 220/380 V și 2 800 rot/min.

Strungul este prevăzut cu un cofret montat în apropierea mașinii care cuprinde întreruptorul general, demaroarele, contactoarele, transformatoarele, releele, rezistențele, clemele etc. Tabloul de comandă este montat în batiul strungului și este prevăzut cu lămpile de semnalizare, butoanele de comandă, întreruptorul motorului electric și al pompei de răcire. Pe lîngă acestea, schema electrică a strungului mai este prevăzută cu următoarele elemente :

— aparatajul pentru comanda funcționării ciclului automat ;

— instalația de iluminat local ;

— frîna electromagnetică cu bandă care acționează asupra axului motorului electric al mișcării principale M_1.

Protecția împotriva scurtcircuitelor se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF*, iar protecția împotriva suprasarcinilor prelungite este realizată prin intermediul releelor termice *Rt*.

Punerea schemei sub tensiune se face prin închiderea întreruptorului general *Ig*, care conectează instalația electrică a mașinii la rețeaua de alimentare. Circuitele de comandă și semnalizare sînt alimentate prin intermediul transformatoarelor coborîtoare de tensiune Tr_1 și Tr_2.

Aducerea bacurilor pentru strîngerea și fixarea piesei în poziția dorită se face prin apăsarea butonului de pornire cu revenire automată b_2, permițînd astfel trecerea curentului prin bobina contactorului *2C* și închizînd contactele normal deschis *2C* din circuitul de alimentare al motorului electric M_1 prin rezistențele *R*. Axul principal al strungului începe să se rotească încet. Rotirea axului durează atît timp cît butonul este apăsat. Dacă se ridică mîna de pe

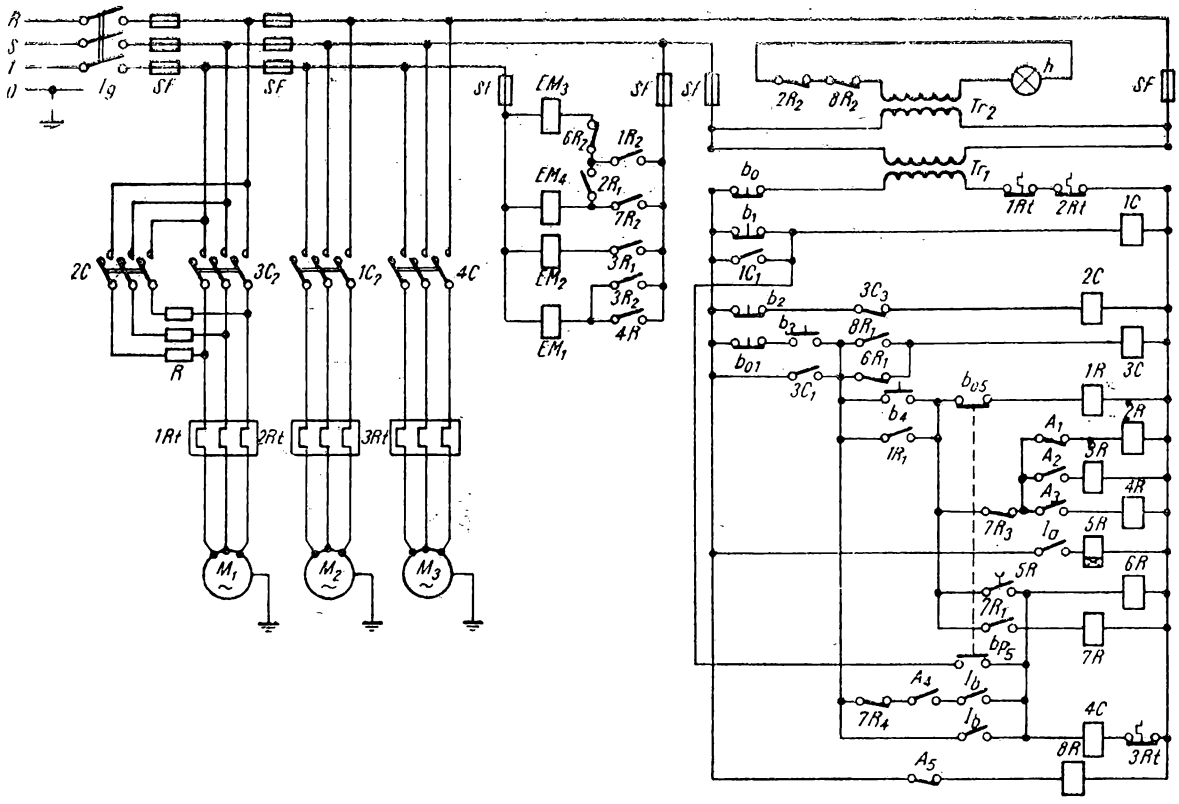


Fig. 2.4. Schema electrică a strungului semiautomat cu cuțite multiple.

butonul b_2, axul se oprește, deoarece butonul revine automat în poziția deschis. În acest fel, prin apăsări succesive ale butonului b_2, axul principal, pe care se află bacurile pentru strîngerea și fixarea piesei de prelucrat, vine în poziția dorită. După strîngerea piesei se apasă pe butonul b_1 de pornire și revenire automată a acționării hidraulice, favorizînd trecerea curentului prin bobina contactorului *1C*, închizînd contactul de blocare normal deschis $1C_1$, care șuntează butonul b_1, deci curentul continuă să treacă prin bobina *1C*, chiar după ce s-a ridicat mîna de pe buton. În același timp se închid și contactele normal deschise $1C_2$, din circuitul de alimentare al motorului M_2, care acționează sistemul hidraulic. Pompa sistemului hidraulic funcționează însă în gol pînă cînd se apasă pe butonul de pornire cu revenire automată b_2. La apăsarea butonului b_3, curentul trece prin contactul normal închis $6R_1$, și bobina contactorului *3C*, favorizînd închiderea contactului de blocare normal deschis $3C_1$ permițînd trecerea curentului prin bobină și după ce s-a ridicat mîna de pe buton. Totodată se închid și contactele normal deschise $3C_2$ din circuitul de alimentare al motorului principal M_1 dîndu-i posibilitate să lucreze la turația nominală. Se apasă pe butonul de pornire și revenire automată b_4, permițînd trecerea curentului prin bobina releului *1R* și închizînd astfel contactul de blocare normal deschis $1R_1$, care face ca prin bobina releului să treacă curentul și după ce s-a ridicat mîna de pe buton. Deoarece în același timp contactul normal închis A_1 al aparatului de comandă este închis, curentul trece prin bobina releului *2R* închizînd contactul normal deschis $2R_1$. Închiderea celor două contacte normal deschise $1R_2$ și $2R_1$ permite trecerea curentului prin electromagneții EM_3 *și* EM_4, care acționează sertărașele sistemului hidraulic.

Pentru o deplasare stabilită dinainte, care corespunde unei anumite faze din procesul tehnologic, se închide automat contactul A_3 al aparatului de comandă automată, permițînd trecerea curentului prin bobina releului *4R*, închizînd contactul normal deschis *4R*. Închiderea contactului A_3 se produce simultan cu redeschiderea automată a contactului A_2, ceea ce face ca trecerea curentului prin bobina releului *3R* să fie întreruptă, redeschizînd contactele $3R_1$, $3R_2$ și scoțînd din circuit electromagnetul EM_2. În această situație rămîn sub tensiune numai electromagneții EM_1 *și* EM_3. Deci, se produce încetarea avansului mare și se trece la avansul mijlociu. Deplasarea suporturilor strungului în vederea realizării acestui avans se face prin închiderea automată a contactului A_3, iar bobina *4R* nemaifiind străbătută de curent permite redeschiderea contactului *4R*, iar electromagnetul EM_1 este scos din funcțiune. Sub tensiune rămîne numai electromagnetul EM_3, ceea ce corespunde încetării

avansului mijlociu și trecerii la avansul mic. La terminarea cursei corespunzătoare avansului mic, printr-un opritor se asigură închiderea automată a întreruptorului *Ia*, permițînd astfel trecerea curentului prin bobina releului de tip *5R* în vederea acționării contactului normal deschis *5R* cu temporizare la închidere. În perioada de timp necesară închiderii cu o anumită întîrziere a contactului respectiv *5R*, suporturile sînt oprite permițînd curățarea piesei prelucrate. După închiderea contactului *5R*, curentul trece prin bobinele releelor *6R* și *7R*. Contactul de blocare normal deschis se închide, favorizînd trecerea curentului și după deschiderea contactului temporizat *5R*.

Contactul normal închis $6R_2$ se deschide și întrerupe curentul în electromagnetul EM_3, iar contactul normal deschis $7R_2$ se închide permițînd punerea sub tensiune a electromagnetului EM_4. Rămînînd sub tensiune numai electromagnetul EM_4 rezultă că avansul mic s-a oprit, trecîndu-se la retragerea rapidă a suporturilor în poziție inițială ; în această poziție a suportului, se deschide automat contactul A_5 al aparatului de comandă automată, care era închis de la începutul ciclului, al cărui rezultat era menținerea curentului în bobina releului *8R* pentru a păstra închis contactul normal deschis $8R_1$ din circuitul bobinei contactorului *3C*. Se închide curentul în bobina *8R*, se deschide contactul $8R_1$, în timp ce bobina releului *6R* este încă sub curent astfel, încît contactul normal închis $6R_1$ este deschis. Întrucît contactele $6R_1$ și $8R_1$ sînt deschise, circuitul de alimentare al bobinei *3C* se întrerupe, avînd ca efect deschiderea contactului de blocare $3C_1$ și contactele $3C_2$ aflate în circuitul de alimentare al motorului M_1.

Motorul principal al mașinii M_1 se oprește, deci și axul principal al mașinii se oprește.

Lampa de semnalizare *h* se aprinde la sfîrșitul ciclului, datorită închiderii contactelor $8R_2$ *și* $2R_2$. Pe tot parcursul ciclului de lucru această lampă este stinsă, deoarece unul din cele două contacte normal închise $2R_2$ și $8R_2$ este deschis.

În practică există posibilitatea de a se asigura retragerea rapidă a suporturilor din orice poziție, prin apăsarea pe butonul dublu cu revenire automată bo_5 și bp_5.

Răcirea cuțitelor în timpul ciclului automat este asigurată de trecerea întreruptorului *Ib* în poziția *„ciclu automat“* închizînd contactul A_4, iar bobina contactorului *4C* este parcursă de curent, asigurînd închiderea contactelor normal deschise *4C* din circuitul de alimentare al motorului M_5, permițînd intrarea sa în funcțiune în vederea acționării pompei de răcire.

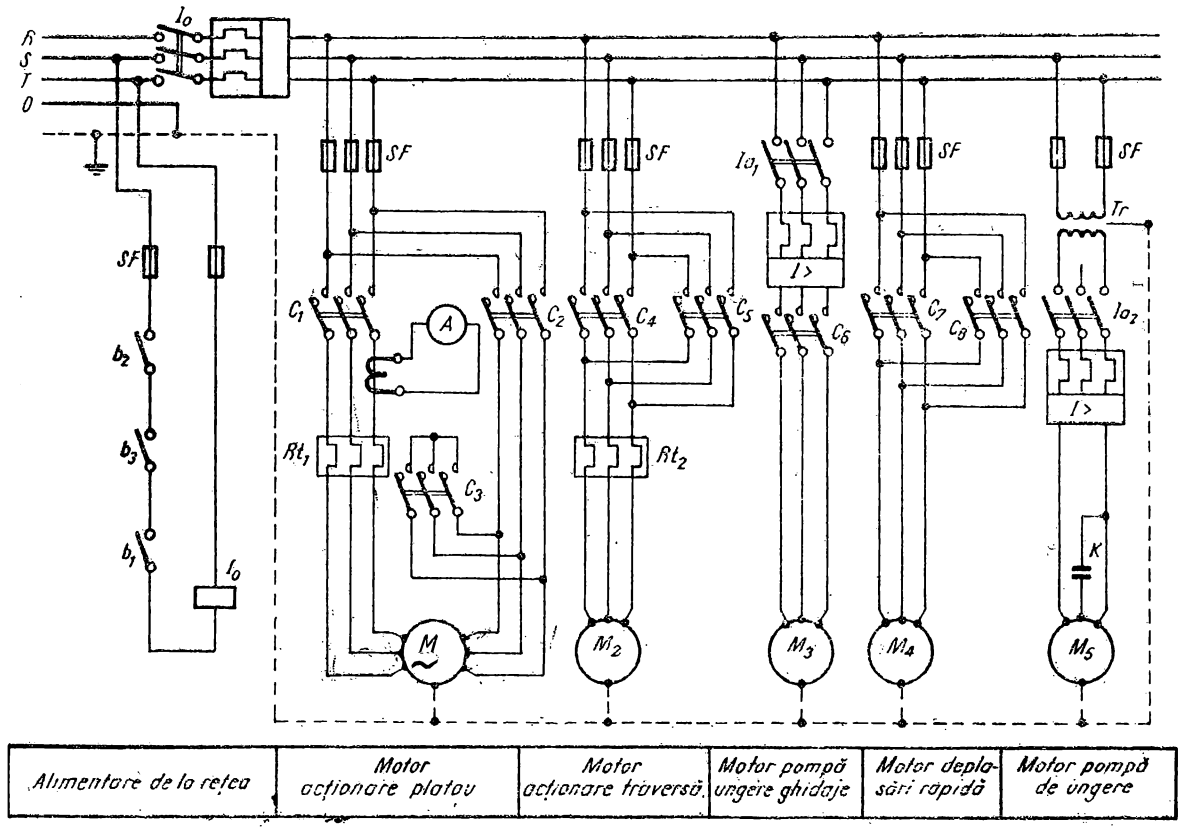


Fig. 2.5. Schema electrică a circuitului de acționare pentru strungul carusel tip SC 14.

Pentru răcirea cuțitelor în timpul mișcărilor de potrivire a mașinii, întreruptorul *Ib* este adus în poziția *„potrivirea mașinii"*, permițînd închiderea contactului *4C*, asigurînd astfel pornirea motorului M_3 de acționare a pompei de răcire. Aducerea întreruptorului *Ib* în poziția *„decuplat"* întrerupe funcționarea motorului M_3 și răcirea încetează.

În cazul în care în exploatare apar suprasarcini prelungite, motoarele sînt protejate de releele termice *1Rt*, *2Rt* și *3Rt*.

În caz de avarie strungul este oprit prin apăsarea pe butonul cu revenire automată *bo* (stop), care întrerupe circuitele de comandă ale motorului electric principal M_1 și ale avansurilor.

Pentru prelucrarea pieselor grele și de dimensiuni mari, în practică, o largă răspîndire au căpătat strungurile carusel.

Strungurile carusel sînt caracterizate prin aceea că au arborele principal vertical, din care cauză fixarea și prelucrarea pieselor se realizează în plan orizontal.

În figura 2.5 este reprezentată schema electrică de acționare a strungurile carusel tip SC 14 utilizat pentru strunjirea cilindrică, conică și plană a pieselor cu diametrul maxim de 1 400 mm și înălțimea de 1 000 mm.

2.2.4. MAȘINI DE GĂURIT

Mașinile de găurit sînt mașini-unelte pe care se execută operațiile tehnologice de găurire, lărgire, alezare, lamare, filetare și găurire fină.

În principal, mișcările mașinii de găurit sînt :

— mișcarea de rotație a sculei (burghiului),

— mișcarea rectilinie sau de avans care poate fi executată manual sau automat.

În figura 2.6 (planșă) este reprezentată schema electrică de acționare a mașinii de găurit verticală cu montant tip GM 40, la care mișcarea principală de lucru a sculei este realizată cu ajutorul unui motor electric cu două turații M_1 de 750/1 500 rot/min, dezvoltînd puterea de 3/4 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V.

Mișcarea de avans se execută manual sau automat prin intermediul motorului electric asincron trifazat M_2 cu rotorul în scurtcircuit de 0,55 kW la tensiunea de 220/380 V și turație 1 500 rot/min.

Răcirea piesei și sculei în timpul lucrului este realizată cu ajutorul unei pompe de răcire acționată de un motor electric asincron M_3 de 0,15 kW, la tensiunea de 220/380 V și turație de 1 500 rot/min.

Punerea schemei sub tensiune se realizează prin cuplarea întreruptorului general *Ig*. Acționarea motorului principal de antrenare M_1 se face prin punerea comutatorului Cp_1 pe una din pozițiile corespunzătoare *I* sau *II* și apăsarea butonului b_5 pentru rotire spre stînga sau spre dreapta, ori butonul b_6 pentru rotire spre stînga, cu condiția ca comutatorul *Cp* să fie în poziția *I* sau *II*.

Pornirea motorului pompei de răcire se realizează prin intermediul contactorului Cp_2.

Avansul mecanic se cuplează în timpul mersului, pentru aceasta comutatorul Cp_3 se așază în poziția avans mecanic (spre stînga), apoi se acționează butonul b_5, după eliberarea microîntreruptorului b_7, care se face prin rotirea manetei de avans manual, închide circuitul contactorului de comandă d_1 și releului de timp d_2, favorizînd alimentarea cuplajelor electromagnetice AEM_1 și AEM_2, obținîndu-se astfel mișcarea de avans a pinolei.

La adîncimea reglată este acționat microîntreruptorul b_8 care întrerupe circuitul de alimentare a lui d_1 și d_2. Prin aceasta se întrerupe alimentarea cuplajului electromagnetic AEM_1, deci se oprește mișcarea de avans, menținîndu-se un timp dat de releul de timp pinola în poziția reglată. După temporizarea dată de releul de timp d_2 se întrerupe și circuitul cuplajului electromagnetic AEM_2 și pinola revine în poziția superioară sub acțiunea arcului de revenire. În poziția superioară pinola acționează microîntreruptorul b_7, care întrerupe alimentarea contactorului d_1 și a releului de timp d_2. Mișcarea de rotație a pinolei se poate opri numai prin apăsarea butonului b_3.

Operația de găurire se face punînd comutatorul Cp_3 în poziția manual.

Prin punerea comutatorului pe poziția filetare și apăsarea butonului b_5, tarodul pătrunde în piesă pînă la adîncimea reglată anterior, după atingerea acesteia acționează microîntreruptorul b_8, care prin alimentarea contactorului de comandă d_3, respectiv a releului de timp d_2 face reversarea sensului motorului M_1.

Prin rotirea manetei manuale de deblocarea saniei de găurire, se eliberează microîntreruptorul b_9, favorizînd astfel comanda prin butoanele b_{11} și b_{13} a motorului M_2 pentru ridicarea automată a saniei de găurire. Limitarea cursei saniei de găurire este asigurată de către limitatoarele de cursă care acționează asupra microîntreruptoarelor b_{10} și b_{12}.

Iluminatul local și semnalizarea se face cu ajutorul lămpilor de iluminat L_1 și semnalizare h_1 montate pe batiul mașinii și alimentate prin intermediul unui transformator Tr_2 coborîtor de tensiune de la 220 V la 24 V.

Protecția echipamentului electric în caz de scurtcircuit sau suprasarcini se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și al releelor termice *Rt*.

Aparatajul electric de comandă, protecție și semnalizare este montat într-un dulap de aparate amplasat lîngă mașină.

Butoanele de comandă sînt montate într-o casetă fixată pe partea din față a batiului mașinii la îndemîna muncitorului.

Prelucrarea găurilor unor piese care depășesc o anumită mărime nu mai este posibilă la mașinile de găurit verticale din cauza imposibilității lor de fixare pe masa mașinii, precum și a manipulării acestora. De aceea, aceste lucrări se execută la mașinile de găurit radiale, la care axul principal se poate deplasa într-un anumit cîmp de lucru, mărind posibilitățile de potrivire a sculei în raport cu piesa.

În figura 2.7 (planșă) este reprezentată schema electrică de acționare a mașinii de găurit radială tip 8 GR, la care mișcarea principală de rotație a sculei este realizată cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_2 de 4 kW la tensiunea de 220/380 V și turația de 1 500 rot/min (pentru acționarea axului principal, mașinile de găurit radial 8 GR sînt prevăzute și cu alte puteri conform schemei electrice de acționare).

Răcirea piesei și sculei în timpul lucrului se realizează cu ajutorul unei pompe de răcire acționată de un motor electric M_1 de 0,15 kW la tensiunea de 220/380 V și turația de 1 500 rot/min.

Ridicarea și coborîrea brațului radial se face cu ajutorul motorului M_3 de 3 kW la tensiunea de 220/380 V și turația de 1 500 rot/min.

Sistemul hidraulic de blocare a brațului este acționat de motorul electric M_4 de 1,1 kW la tensiunea de 220 V/380 V și turația de 1 500 rot/min.

Punerea sub tensiune a schemei se realizează prin cuplarea întreruptorului general *Ig* și prin butonul b_3. Punerea sub tensiune este semnalizată prin aprinderea becului h_2 de culoare verde din butonul b_3. Pornirea sau oprirea motorului M_3, pentru ridicarea brațului, se face prin butoanele b_{15}, în sus, respectiv b_{17}, în jos, limitarea cursei brațului fiind făcută de către microîntreruptoarele b_{14} și b_{16}.

Pornirea sau oprirea motorului principal M_2 se face numai prin butoanele b_5, respectiv b_4. În caz de acționare asupra butonului de avarie b_2 sau asupra microîntreruptorului b_1, care întrerupe în fiecare caz de deschidere a ușii brațului circuitul de comandă al mașinii (partea comenzii după transformatorul Tr_1), poate fi repus sub tensiune numai dacă se apasă din nou pe butonul b_3 și care este semnalizat prin aprinderea becului h_2.

Blocajele și deblocajele saniei pe braț se realizează prin intermediul unui disc mecanic și a comutatorului cu came K_{18} și se exe-

cută numai dacă motorul principal M_2 este în funcțiune. Deplasarea manuală a saniei pe braț este posibilă numai dacă comutatorul K_{18} se află pe poziția *II* sau *III* (indicate pe placa frontală a mașinii), iar discul mecanic se află în poziție deblocată.

Pentru blocarea generală a mașinii, se acționează asupra microîntreruptorului b_{11} prin împingerea spre mașină a discului mecanic, permițînd astfel alimentarea contactorului C_{10} — circuitul *26* — care închide contactele normal deschise din circuitele *31, 32*. Aceste contacte comandă contactoarele C_{12} și C_{13}, care cuplează electromagneții EM_6 și EM_9 pentru comanda elementelor de execuție (distribuitoare cu sertar) a instalației hidraulice de blocare a brațului, respectiv a saniei de găurire. La alimentare, contactoarele C_{12} și C_{13} își automențin comanda pînă cînd va crește presiunea uleiului în circuitul hidraulic *Rp* și va acționa microîntreruptorul b_{19} (montat în releul de presiune *Rp*) pentru blocarea brațului. Contactorul C_{13}, printr-un contact normal deschis, comandă contactorul *5C* al motorului electric M_4 pentru acționarea sistemului hidraulic de blocare a brațului — circuitul 30 — microîntreruptorul b_{19} este scurtcircuitat printr-un contact normal deschis al contactorului C_{10}, respectiv C_{11}. Pentru a scoate din funcțiune microîntreruptorul b_{19} atît timp cît se apasă pe discul mecanic, contactorul C_{13} are realizat interblocajul electric prin contacte normal închise ale contactoarelor C_{11} și C_{12}. Pentru deblocare se acționează microlimitatorul b_{12} prin tragerea spre manipulator a discului mecanic prin care se alimentează contactorul C_{11}. Acesta își închide contactele normal deschise din circuitele *31—32—35*, care în funcție de poziția comutatorului cu came K_{18} realizează deblocările saniei pe braț.

La alimentare contactorul C_{16} își automenține comanda pînă la acționarea microîntreruptorului b_{19}. De asemenea, printr-un contact normal deschis C_{12} comandă contactorul *5C* al motorului M_4 — circuitul *30* — contactorul C_{12} are făcut interblocaj electric cu contactorul C_{13}.

La alimentare, contactorul C_{16} își automenține comanda pînă la acționarea microîntreruptoarelor b_{20} și b_{20} *bis* și are făcut interblocaj electric cu C_{13}.

La comanda pentru deplasarea în sus a brațului prin butonul b_{15} se alimentează contactorul *3C* al motorului M_3 pentru coborîrea și ridicarea brațului radial. La capătul de sus al cursei brațului, pe coloană, este acționat microlimitatorul b_{14}, care întrerupe deplasarea.

La comanda pentru deplasarea brațului în jos prin butonul b_{17} se alimentează contactorul *4C* al motorului M_3. La capătul de jos al cursei este acționat microîntreruptorul b_{16}. Deplasarea brațului pe

coloană nu este posibilă în stare de blocare totală a acestuia, deoarece microîntreruptorul b_{13} este acționat și întrerupe circuitul *28—29*. Între contactoarele *3C* și *4C* există interblocaj electric.

Pornirea motorului principal de antrenare a sculei se realizează prin apăsarea butonului b_5. Comutatorul de acționare cu patru poziții mixte K_7 — circuitul *16* — se pune în poziția *I* prin care se alimentează contactorul C_2, care își automenține comanda de alimentare, deschide contactul normal închis-circuitul *18* — și închide contactele normal deschise din circuitul *36—17*. Prin deschiderea contactului C_2 — din circuitul *36* — se alimentează electromagneții EM_1 și EM_2. Prin deschiderea contactului C_2 din circuitul 17 se întrerupe alimentarea releului de timp RT_3. Acesta își începe temporizarea după care își închide contactul normal deschis din circuitul *17*. Cînd sistemul de execuție hidraulică începe să lucreze este acționat microîntreruptorul sistemului de zăvorîre al mecanismului b_8, care rămîne acționat pînă cînd roțile baladoare au ocupat pozițiile de funcționare. Dacă selectarea a fost executată, comanda electrică dată prin comutatorul K_7 este întreruptă prin microîntreruptorul b_6. În cazul cînd s-a executat selectarea, însă baladoarele nu ocupă poziția de funcționare, microîntreruptorul b_6 întrerupe alimentarea contactorului C_2. În această situație, prin contactul releului de timp RT_3 — circuitul *17* — se repetă comanda de selectare.

Baladoarele, intrînd în poziția de funcționare, eliberează microîntreruptorul sistemului de zăvorîre al mecanismului de execuție hidraulică b_8, care închide circuitul *18*, permițînd comanda electrică prin electromagneții EM_3 și EM_4 (ale distribuitoarelor hidraulice și ale ambreiajului). Comanda pentru rotirea în două sensuri a sculei se realizează prin comutatorul K_7. La comanda rotirii spre dreapta a sculei este alimentat C_6, care își închide contactul normal deschis din circuitul *38*, prin care se alimentează electromagnetul EM_3. La comanda rotirii spre stînga este alimentat C_9 care își închide contactul normal deschis din circuitul *39*, prin care se alimentează electromagnetul EM_4. Între electromagneții EM_3 și EM_4 există interblocaje electrice. La comanda de filetare se alimentează contactorul C_6 care își închide contactele din circuitele *21—22—23*. Prin aceasta se alimentează C_9, care își închide contactul normal deschis din circuitul *38* și alimentează electromagnetul EM_3, prin intermediul căruia se va realiza rotirea spre dreapta. La adîncimea reglată este acționat microîntreruptorul de decuplare la adîncimea reglată a avansului pinolei b_9 prin care se întrerupe alimentarea releului RT_{17} și se închide circuitul de alimentare al contactorului C_9 care se automenține și închide contactul normal deschis din circuitul *39* alimentînd electro-

magnetul EM_4 prin intermediul căruia se realizează rotirea spre stînga a sculei. Alimentarea contactorului C_9 se întrerupe prin microîntreruptorul pentru limitarea cursei în sus și în jos b_{21}. Între contactoarele C_6 și C_9 există interblocaj electric.

Pentru a avea avans mecanic la pinolă, se pune întreruptorul basculant Ib_{10} în poziția „*CUPLAT*". Prin aceasta se alimentează releul de timp R_{17}, care închide contactul normal deschis din circuitul *8*, și alimentează cuplajul electromagnetic CEM_1. În același timp își deschide contactul normal închis din circuitul *8* și întrerupe alimentarea frînei electromagnetice (Binder) CEM_2 și în acest moment se anulează frînarea pinolei. Alimentarea comenzii electrice a avansului mecanic este asigurată pînă la acționarea microîntreruptorului cu braț flexibil și rolă b_9 la adîncimea reglată sau la capătul inferior al cursei, respectiv a microîntreruptorului b_{21} la capătul superior al cursei. La întreruperea alimentării releului RT_{17} prin întreruptorul basculant al avansului pinolei și microîntreruptorului b_9 sau b_{21} se închide contactul său normal deschis din circuitul 7 și se întrerupe alimentarea cuplajului electromagnetic CEM_1, respectiv se închide contactul normal închis din circuitul *8* și se alimentează frîna electromagnetică CEM_2 prin care mecanismul de avans este frînat, un timp dat de releul de timp RT_{17}.

Prin anclașarea sau declanșarea întreruptorului automat *1C*, se permite pornirea directă și oprirea motorului M_1 de răcire a sculei în timpul lucrului.

Iluminatul local este asigurat cu ajutorul unei lămpi de iluminat L_1 la tensiunea de 24 V, alimentată prin intermediul transformatorului coborîtor de tensiune Tr_1.

Protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor se face cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și a releelor termice *Rt*.

Aparatajul electric de comandă este amplasat într-un panou metalic și pe ușa panoului montat pe brațul mașinii.

Butoanele de comandă sînt montate într-o casetă fixată pe sania de găurire la îndemîna muncitorului.

2.2.5. MAȘINI DE FREZAT

Mașinile de frezat sînt folosite pentru prelucrarea suprafețelor plane, curbe și a canalelor de diferite forme, came, roți dințate etc.

Productivitatea ridicată cît și posibilitatea de a executa lucrări variate sînt cauzele care au favorizat larga utilizare a acestor mașini.

În fig. 2.8 este reprezentată schema electrică de acționare a mașinii de frezat verticală destinată prelucrării prin frezare a pieselor mici și mijlocii, la care mișcarea principală de rotație a frezei este realizată cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_1 de 4,5 kW, la tensiunea de 220/380 V și turația 1 500 rot/min.

Mișcările de avans longitudinal, avans transversal și avans vertical ale meselor sînt realizate cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_2 de 1,5 kW, tensiunea 220/380 V și turație de 1 500 rot/min.

Motoarele M_1 și M_2 pot funcționa în ambele sensuri prin intermediul cîte unui schimbător de mers manual.

Răcirea piesei și sculei în timpul lucrului este realizată cu ajutorul unei pompe de răcire cu un debit de 15 l/min acționată tot cu motorul M_1. Prin urmare, pompa de răcire poate funcționa numai odată cu motorul principal M_1.

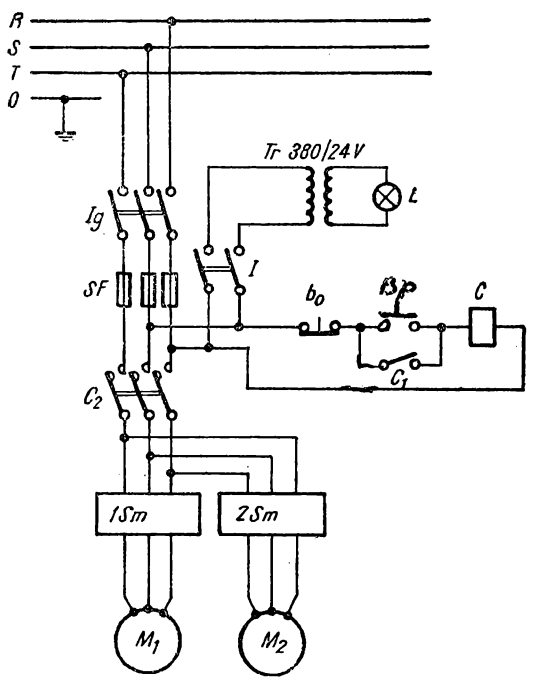


Fig. 2.8. Schema electrică a mașinii de frezat vertical.

Iluminatul local este asigurat cu ajutorul unei lămpi *L* alimentată la tensiunea de 24 V prin intermediul unui transformator coborîtor de tensiune *Tr* montate pe batiul mașinii.

Protecția echipamentului electric contra scurtcircuitelor și a suprasarcinilor prelungite se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și a releelor termice *1 Rt* și *2 Rt*.

Punerea schemei sub tensiune se realizează prin întreruptorul general *Ig*, apoi se acționează butonul de pornire b_1 normal deschis cu revenire automată. La închiderea butonului b_1 curentul electric trece prin bobina *C* a unui contactor, permițînd închiderea contactelor normal deschise C_1 și C_2.

Închiderea contactului de blocare C_1 în derivație cu butonul de pornire b_1 permite trecerea curentului prin bobina *C*, chiar după ce butonul b_1 a fost eliberat. Închiderea contactelor C_2 din circuitul principal de alimentare al motoarelor pune motorul acționării principale M_1 sub tensiune și în consecință acest motor pornește. Schimbătorul de mers normal *1 Sm* montat în circuitul de alimentare al motorului M_1 are prevăzut cîte o poziție pentru fiecare sens de mers. Schimbătorul de mers manual *2 Sm* din circuitul de alimentare al motorului pentru avansuri M_2 este prevăzut în plus și cu poziții pentru conectarea sau deconectarea motorului.

Dacă în momentul apăsării butonului b_1 schimbătorul de mers al motorului pentru avansuri M_2 se află în poziția deconectat, acesta nu va porni dacă motorul principal M_1 este în funcțiune. Pentru pornirea motorului de avansuri M_2 va trebui adus schimbătorul *2 Sm* în poziția „*CONECTAT*".

Oprirea simultană a ambelor motoare se realizează prin apăsarea butonului de oprire b_0.

În cazul cînd ambele motoare sînt în funcțiune și este necesară oprirea numai a motorului de avans M_2 se aduce maneta schimbătorului de avansuri *2 Sm* în poziția „*DECONECTAT*" și motorul respectiv se oprește.

Aparatajul de comandă și protecție este montat într-o nișă din batiul mașinii.

Butoanele de comandă b_1 și b_0, precum și manetele schimbătoarelor *2 Sm* și *1 Sm* sînt amplasate în partea din față a mașinii la îndemîna lucrătorului.

Executarea unor lucrări de frezare ca : tăierea danturii roților dințate, prelucrarea canalelor elicoidale și altele nu sînt posibile pe mașini de frezat verticale. Pentru aceste lucrări mașina trebuie să fie prevăzută cu posibilități de reglare suplimentare, dîndu-i astfel caracterul de mașină de frezat universală.

Pentru producția individuală și de serie, o largă răspîndire au căpătat mașinile de frezat universale FU 32.

Mișcările mașinii de frezat sînt :

— mișcarea principală de rotație a sculei (frezei),

— mișcarea longitudinală rectilinie a mesei,

— mișcarea de avans transversal rectilinie a mesei,

— mișcarea de avans vertical al consolei.

Mișcarea principală de lucru este realizată cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat M_1 cu rotorul în scurtcircuit de 7,5 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 400 rot/min. Mișcările de avans longitudinal, transversal sau vertical sînt obținute cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat M_2 cu rotorul în scurtcircuit de 2,2 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 400 rot/min. Motoarele electrice asincrone pot funcționa în ambele sensuri prin intermediul unor schimbătoare de sens acționate manual. Răcirea piesei și sculei se realizează cu ajutorul unei pompe acționate de un motor electric asincron trifazat M_3 cu rotorul în scurtcircuit de 0,15 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V și avînd turația de 3 000 rot/min.

Comanda mașinilor de frezat universal FU 32 poate fi electrică, normală, sau electrică automată. Schema electrică de acționare este reprezentată în fig. 2.9.

Comenzile electrice normale pot fi executate numai în cazul cînd comutatorul pachet montat pe ușa din dreapta este trecut pe poziția normal.

Prin efectuarea comenzilor normale se pot realiza :

— pornirea și oprirea motorului electric pentru acționarea mecanismelor de la mișcarea principală, care pot fi făcute cu ajutorul butoanelor de acționare ;

— asigurarea deplasării mesei în ambele sensuri (stînga sau dreapta) prin intermediul limitatoarelor de cursă, acționate de maneta de comandă care este fixată pe partea din față a batiului mașinii (în fața mașinii) ;

— deplasarea consolei în sus și în jos, realizată cu ajutorul declanșatoarelor acționate de maneta de comandă fixată în partea laterală a consolei ;

— deplasarea înainte și înapoi a mesei transversale se realizează prin intermediul aceleeași manete utilizate pentru acționarea deplasării consolei.

Pentru toate deplasările comandate cu ajutorul manetelor, trebuie ținut seama că sensul de înclinare al manetei corespunde sensului de deplasare.

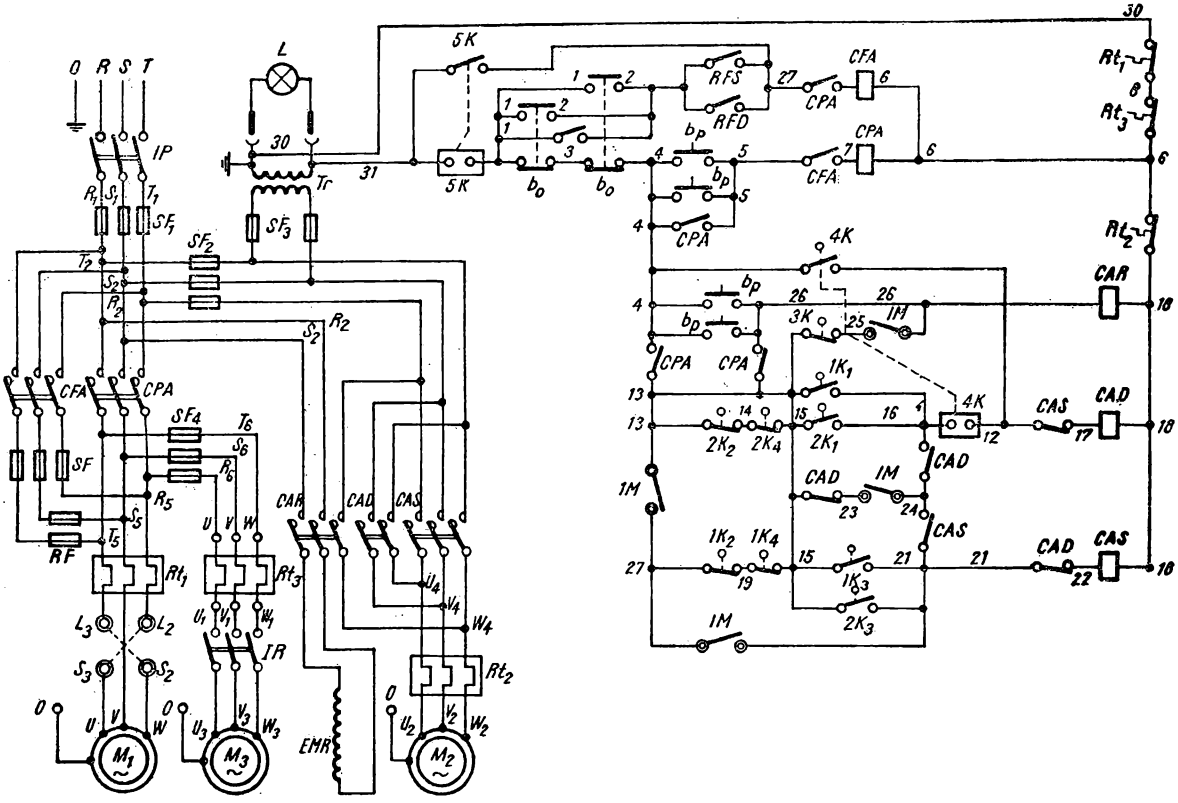


Fig. 2.9. Schema electrică a mașinii universale de frezat FU 32.

În practică deplasările mesei mașinii se pot executa cu viteze de avans, de lucru, sau cu viteze rapide. Comanda deplasărilor rapide se realizează prin intermediul unui buton de acționare care are inscripționat pe el „*RAPID*".

Deplasările rapide se execută prin apăsarea pe acest buton și durează atît timp cît butonul este ținut apăsat. Lungimea cursei se poate regla cu ajutorul limitatoarelor de cursă, montate pe partea laterală a mesei mașinii și care acționează asupra unor manete de comandă care permit inversarea sensului de mișcare.

Obținerea comenzii electrice automate se realizează prin rotirea întreruptorului pachet de pe ușa din dreapta a mașini, din poziția „*NORMAL*" în poziția „*AUTOMAT*". În practică aceste comenzi automate sînt folosite numai pentru deplasarea longitudinală a mesei mașinii.

Ciclurile automate cele mai simple sînt :

— pornirea mașinii la comandă normală, prin apăsarea pe buton pentru un anumit sens de mers al mesei mașinii (dreapta sau stînga), cu avans de lucru pînă la o anumită poziție, urmată de mers rapid și apoi oprirea automată în poziția stabilită ;

— pornirea mașinii tot la comandă normală prin apăsarea pe buton pentru un anumit sens de mers al mesei mașinii cu avans de lucru normal sau rapid, urmată de trecerea la avans rapid sau normal de mai multe ori pe distanțe dorite în funcție de necesitate, după care se oprește în poziția stabilită. În practică pot fi realizate și cicluri automate simple cu întoarcerea mesei realizată cu ajutorul unor opritori speciali fixați la capătul cursei și care comandă sensul de deplasare al mesei.

În timpul schimbării sensului, circuitele de comandă ale contactoarelor *CAD* și *CAS* (contactor dreapta, respectiv stînga) se alimentează pe căile normale, deci pe circuitul *30—8—6—18—17—12—16—15—14—13—4—3—1—31*, care asigură deplasarea mesei spre dreapta, precum și circuitul *30—8—6—18—22—21—15—14—13—*4—31—31, care asigură deplasarea mesei spre stînga. În momentul schimbării sensului deplasării mesei spre dreapta de la deplasarea spre stînga, opritorul special de inversare aduce maneta de comandă în poziția „*OPRIT*" deschizînd contactul *15—16* al limitatorului de cursă *1* K_1. Trebuie ținut seama de faptul că alimentarea contactorului *CAD* nu se întrerupe, ci continuă pe circuitul *15—23—24—16* și astfel masa mașinii își continuă deplasarea spre stînga.

În acest timp opritorul de inversare rotește maneta de comandă aducînd-o în poziția corespunzătoare mersului spre stînga, iar prin intermediul limitatorului de cursă *1* K_3 tensiunea de comandă se stabilește pe circuit pînă în punctul *21*.

Bobina contactorului *CAS* nu este pusă încă sub tensiune, deoarece contactorul *CAD* aflîndu-se încă sub tensiune, contactul său auxiliar dintre *21* și *22* este deschis.

Imediat după trecerea manetei de comandă în poziția pentru mers spre stînga, același opritor închide prin intermediul unei stelițe contactul limitatorului de cursă *3 K* dintre *13—25*. Aceasta favorizează punerea sub tensiune a bobinei contactorului *CAR*, asigurînd astfel deschiderea contactorului dintre punctele *15—23* și alimentarea bobinei contactorului *CAD*.

Contactorul auxiliar dintre *21—22*, care menține deschis circuitul de alimentare al bobinei contactorului *CAS* se închide, iar bobina acestui contactor primește tensiunea în mod normal pe circuitul de alimentare *13—14—15—21—22—18* și închide contactorul *CAS* care, inversînd sensul de rotație al motorului electric de avansuri, asigură deplasarea mesei spre stînga, oprindu-se la capăt în locul fixat prin opritor.

Așa cum se vede în fig. 2.9, pentru funcționarea mașinii în timpul schimbării vitezei de rotație, în schema electrică au fost introduse limitatoarele *5 K* și *4 K*, unde limitatorul *5 K* este acționat de către maneta de comandă a vitezelor de rotație a axului principal. La schimbarea vitezelor de rotație a axului principal al mașinii se deschide contactul între punctele *1* și *31* determinînd astfel oprirea funcționării și se închide contactul dintre punctele *31* și *27* asigurînd astfel alimentarea bobinei contactorului *CFA* și a motorului electric principal prin intermediul contactorului *CFA*. Durata de închidere a acestui contactor este foarte scurtă.

Limitatorul *4 K* are același rol, permițînd schimbarea vitezelor la motorul electric pentru avansuri pe care-l alimentează prin intermediul contactorului *CAD*.

Schimbarea sensului de rotație al axului principal al mașinii se face cu ajutorul comutatorului pachet montat pe ușa din stînga mașinii. Schimbarea sensului de rotație este interzis în timpul funcționării mașinii, ea făcîndu-se numai cu mașina oprită.

Pentru a micșora timpul de oprire, mașina este prevăzută cu un sistem de frînare, care realizează oprirea într-un timp foarte scurt.

Sistemul de frînare folosit este frînarea în contracurent a motorului principal, indiferent de rotația axului principal al mașinii.

Comanda de frînare se dă simultan cu cea de oprire prin apăsarea unuia din butoanele de oprire b_0. La apăsarea acestui buton se deschide contactul *1—3* sau *3—4* și se închide unul din contactele *1—2*. Deschiderea contactului *3—4* duce la oprirea întregii mașini.

Prin închiderea contactelor *1—2* se alimentează bobina contactorului *CFA* care alimentează motorul în contracurent. Pentru limitarea valorii curenților în schemă au fost introduse două rezistențe de frînare *RF* cu valoarea de 1,45Ω fiecare.

Procesul de frînare durează pînă la scăderea valorii turației în jurul lui *O*, cînd se deschid contactele *2—27* ale releului *RF* care întrerupe alimentarea.

Iluminatul local este realizat cu ajutorul unei lămpi de iluminat local *L*, care este alimentată la tensiunea de 24 V prin intermediul transformatorului coborîtor de tensiune *Tr*.

Protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și suprasarcinilor se face cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și al releelor termice *Rt*.

Aparatul electric de comandă este fixat pe panouri metalice care sînt montate în nișele din batiul mașinii, pe ușile nișelor, pe masa longitudinală și pe consolă.

Butoanele de comandă sînt montate într-o casetă fixată pe partea din față a batiului mașinii la îndemîna lucrătorului.

Necesitatea măririi productivității și reducerea timpului consumat cu mișcările auxiliare de prindere și desprindere a pieselor cu configurație complexă, cum sînt matrițe de turnat și forjat, modele și forme metalice pentru turnare etc., a condus la utilizarea unor mașini de frezat prin copiere, capabile să satisfacă cerințele unei producții de serie și de masă în condițiile unei deserviri comode.

În fig. 2.10 este reprezentată schema electrică de acționare a mașinii de frezat prin copiere tip FKO 8a prevăzută cu un traductor palpator cu contacte.

Mașina este echipată cu șase motoare electrice al căror rol este :

— motorul electric asincron trifazat în scurtcircuit M_1 de 0,8 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 400 rot/min, este utilizat pentru antrenarea generatorului de curent continuu necesar alimentării ambreiajelor electromagnetice și a contactoarelor ;

— motorul electric asincron trifazat în scurtcircuit M_2 de 1,1 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 400 rot/min, utilizat pentru acționarea mecanismului de avans rapid pe direcția verticală ;

— motorul electric asincron trifazat în scurtcircuit M_3 de 1,1 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 400 rot/min, utilizat la acționarea mecanismului de avans pe direcția orizontală ;

— motorul electric asincron trifazat în scurtcircuit M_4 de 3 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 420 rot/min utilizat pentru antrenarea sculei aşchietoare ;

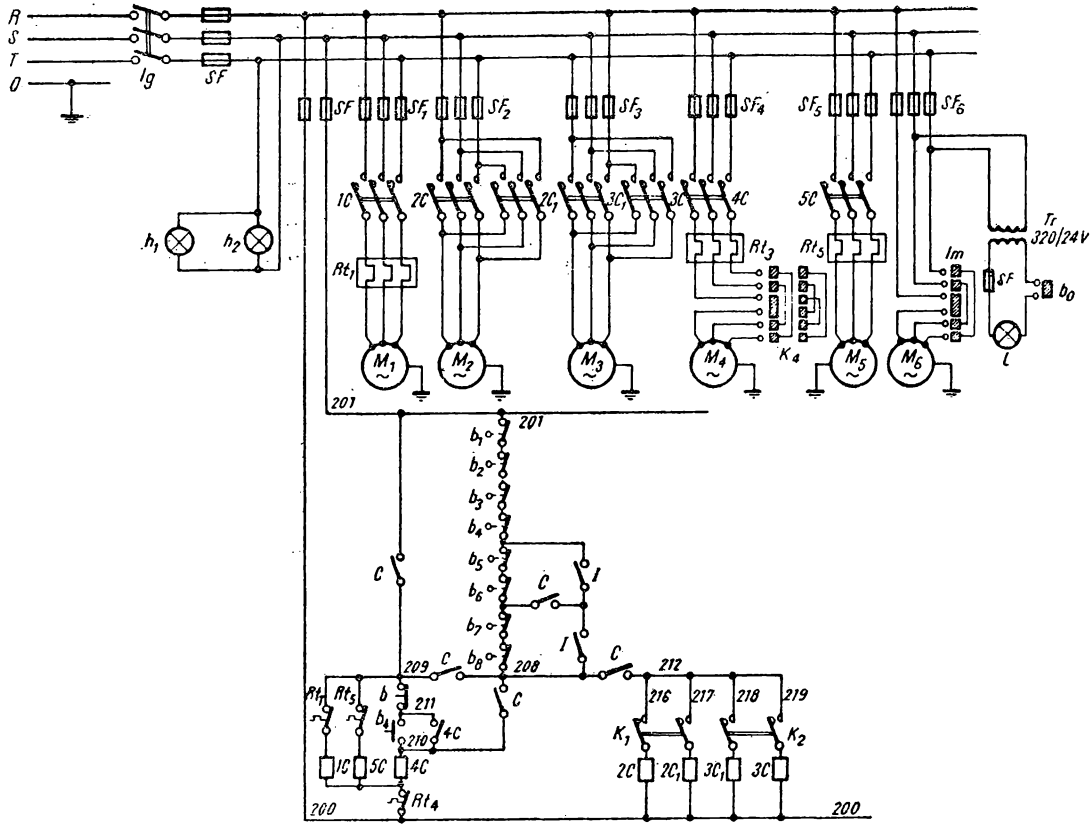


Fig. 2.10. Schema electrică de acționare a mașinii de frezat prin copiere FKO 8a.

— motorul electric asincron trifazat în scurtcircuit M_5 de 0,7 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 900 rot/min utilizat pentru acționarea avansurilor de lucru ;

— motorul electric asincron trifazat în scurtcircuit M_6 de 0,3 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 2 800 rot/min utilizat pentru acționarea pompei de răcire a piesei și sculei în timpul lucrului.

Punerea schemei sub tensiune se realizează prin intermediul întreruptorului general *Ig*, fiind semnalizată de lămpile de semnalizare h_1 și h_2.

Motorul electric M_1 este alimentat cu ajutorul contactorului *1 C* și este protejat prin siguranțele SF_1 și releul termic Rt_1.

Motorul electric M_5 este alimentat cu ajutorul contactorului *5 C* și este protejat prin siguranțele fuzibile SF_5 și releul termic Rt_5.

Bobinele contactoarelor *1 C* și *5 C* sînt conectate în paralel și sînt alimentate concomitent prin contactul normal deschis circuitul *201—209* al comutatorului *C* — și releul termic Rt_3 al motorului pentru acționarea sculei M_4.

Motoarele electrice M_2 și M_3 pentru avansurile rapide verticale și orizontale sînt alimentate prin intermediul contactoarelor *2 C* și și *2* C_1, respectiv *3* C_1 și *3 C*, fiecare grup corespunzînd unui sens de rotație al motorului respectiv. Alimentarea bobinelor contactoarelor făcîndu-se cu ajutorul microîntreruptoarelor b_1—b_8 conectate în serie prin contactele *C* — circuitul *208—212* — în funcție de poziția comutatoarelor K_1 și K_2.

Motorul pentru acționarea sculei (frezei) M_4 este alimentat prin contactul *4 C*, releele termice Rt_3 și comutatorul inversor K_4.

Alimentarea bobinei *4 C* se poate realiza prin microîntreruptoarele b_1—b_8 — circuitul *201—208* — conectat în serie cu comutatorul *C* — circuitul *201—208—210* — și contactele normal deschise ale comutatorului *C* — circuitul *201—209—211* și *210* — la apăsarea pe butonul b_4.

Automenținerea bobinei contactorului *4 C* se face prin contactul *4 C*.

Motorul M_4 este protejat prin siguranțele fuzibile SF_4 și releul termic Rt_3.

Motorul M_6 poate fi acționat manual de la întreruptorul *Im* și este protejat prin siguranțele fuzibile SF_6.

Iluminatul local al locului de lucru este asigurat cu ajutorul lămpii *L* alimentată la tensiunea de 24 V prin intermediul transformatorului coborîtor de tensiune *Tr* și prevăzută cu posibilitatea de întrerupere cu ajutorul butonului b_0.

2.2.6. MAȘINI DE RABOTAT ȘI MORTEZAT

Mașinile de rabotat și mortezat sînt destinate prelucrării suprafețelor plane orizontale, verticale sau înclinate, precum și a diferitelor forme de canale sau profile, ori roți dințate.

Din punct de vedere constructiv deosebirea dintre mașinile de rabotat și cele de mortezat constă în aceea că la mașinile de rabotat mișcarea principală de lucru se execută în plan orizontal (raboteze, șepinguri), pe cînd la mașinile de mortezat această mișcare se execută numai în plan vertical.

În figura 2.11 este reprezentată schema electrică de acționare a șepingului tip 425 b destinat pentru lucrări de degroșare și finisare a pieselor de dimensiuni mici și mijlocii în producția individuală și de serie.

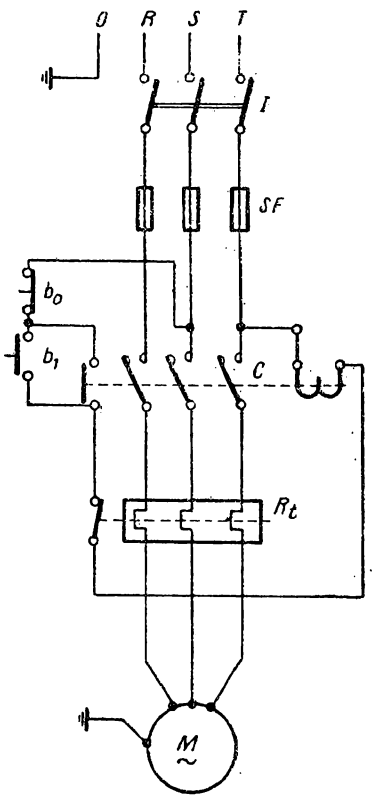


Fig. 2.11. Schema electrică a șepingului tip 425-b.

Mișcările mașinii sînt:

— mișcarea principală rectilinie a sculei;

— mișcarea de avans a mesei mașinii;

— mișcarea de reglaj pe verticală a consolei.

Dintre aceste mișcări numai mecanismele pentru acționarea mișcării principale a sculei acționate electric, cu ajutorul unui motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit de 4,5 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 1 000 rot/min.

Pornirea și oprirea motorului electric *M* al mașinii pentru acționarea mișcării principale se face cu ajutorul unui întreruptor tripolar *I*, care asigură anclașarea sau declanșarea motorului la rețeaua de alimentare. Acționarea contactorului *C* se face de la distanță cu ajutorul a două butoane de comandă a pornirii, respectiv opririi b_1 și b_0, care se află montate într-o casetă fixată pe batiul mașinii.

Protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor se face cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și a blocului de relee termice *Rt*.

Aparatajul electric de comandă este montat pe un tablou introdus într-o cutie fixată pe partea laterală a batiului mașinii.

Mașinile de rabotat sînt utilizate pentru aceleași operații tehnologice ca și șepingurile, cu singura deosebire că aceste mașini sînt destinate prelucrării pieselor de dimensiuni mari, iar mișcarea principală de lucru o execută masa mașinii.

În fig. 2.12 este reprezentată schema de comandă a mișcării principale de lucru a mesei unei mașini de rabotat, acționată de un motor de curent continuu *M* de 35 kW, alimentat de la o rețea de curent continuu de 220 V și avînd turația reglabilă între 60 rot/min și 300 rot/min.

În vederea reglării vitezelor mesei schema este prevăzută cu reostatul de excitație *Re* cu două cursoare pentru a regla viteze diferite (mai mare în cursa de înapoiere și mai mică în cursa activă) prin așezarea în poziția corespunzătoare a reostatului *Re*. Reostatul de pornire *RP* este prevăzut cu două trepte r_1 și r_2, iar comanda pornirii se realizează prin intermediul contactoarelor de accelerare *1 CA* și *2 CA* comandate de releele de accelerare *1 RA* și *2 RA*. Pornirea mai poate fi făcută și cu ajutorul contactoarelor de pornire *1 CP* și *2 CP* acționate de releele de accelerare *3 RA* și *4 RA*. Oprirea motorului se face prin frînare dinamică după deconectarea de la rețea și conectarea sa pe rezistența de frînare *Rf*. Acționarea frînării este comandată de releul și contactorul de frînare *RF* și *CF*.

Inversarea sensului de rotație al motorului pentru cursa de înapoiere, cînd masa a ajuns la capătul de cursă, este realizată cu ajutorul limitatorului de cursă *CC*, care este rotit de opritorul mesei, deschide contactul CC_1 și declanșează contactoarele *1 IA* și *2 IA* ale cursei de lucru pe direcția înainte, favorizînd închiderea contactelor CC_2 și CC_4 prin intermediul cărora se anclașează contactoarele *1 IP* și *2 IP* ale cursei de întoarcere, se deschide contactul CC_2 și se închid contactele CC_1 și CC_3.

Pentru reglare sau funcționare, în regim de lucru normal, se așază comutatorul *CR* în poziție corespunzătoare. Cînd comutatorul *CR* este închis, comanda se realizează cu ajutorul butoanelor, iar cînd este deschis cu ajutorul limitatorului de cursă *CC*.

Declanșarea contactelor *1 IA*, *2 IA* și *1 IP*; *2 IP* favorizează declanșarea contactorului *CE*, ceea ce are ca efect introducerea în circuitul înfășurării de excitație rezistența economică R_2 al cărei rol este de a micșora curentul și pierderile din circuitul de excitație în perioada de repaus a motorului electric.

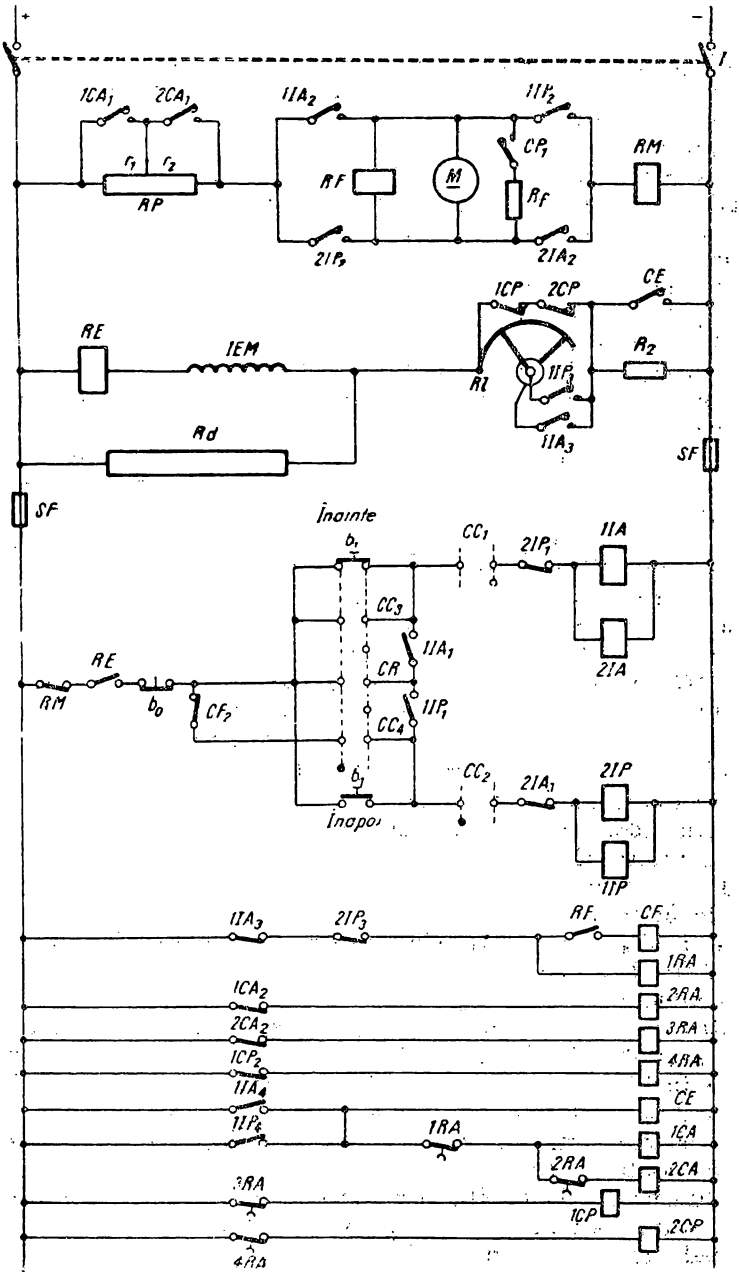


Fig. 2.12. Schema de comandă a mișcării mesei mașinii de rabotat.

La fiecare sfîrșit de cursă are loc frînarea dinamică, deoarece odată cu deconectarea contactelor *1 IA* și *2 IA* sau *1 IP, 2 IP* are loc anclașarea contactorului *CF*, favorizînd astfel conectarea periilor indusului la bornele rezistenței de frînare *Rf*.

Mașinile de mortezat sînt destinate pentru prelucrarea prin rabotare verticală a suprafețelor plane, circulare și fasonate interioare și exterioare, pentru prelucrarea de caneluri sau roți dințate.

Acționarea electrică a mașinilor de mortezat este similară cu cea a șepingurilor.

2.2.7. MAȘINI DE BROȘAT

Mașinile de broșat sînt destinate prelucrării interioare și exterioare a pieselor cum ar fi : găuri cu cele mai diferite secțiuni (poligonale, canelate, profilate etc.) canale drepte și elicoidale (interioare și exterioare), suprafețe exterioare plane și fasonate, dinții roților dințate (interioare și exterioare etc.).

În fig. 2.13 este reprezentată schema electrică de acționare a mașinii de broșat interior orizontală semiautomată tip 7 A 510.

La acest tip de mașină deplasarea sculei se realizează cu ajutorul motorului pentru acționarea mecanismelor mișcării principale M_1 de 4 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 960 rot/min.

Mecanismele pentru deplasarea rapidă de retragere a sculei (broșei) sînt acționate cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_2 de 2,8 kW, alimentat la tensiunea de 220/ /380 V avînd turația de 1 420 rot/min.

Răcirea piesei și sculei în timpul lucrului este asigurată de către o pompă de răcire acționată de un motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_3 de 0,15 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 2 800 rot/min.

Iluminatul local se realizează cu ajutorul unei lămpi de iluminat local *L* alimentată la tensiunea de 24 V prin intermediul unui transformator coborîtor de tensiune *Tr* de la 220 V la 24 V.

Punerea schemei sub tensiune se realizează prin cuplarea întrerupătorului general *Ig*.

La apăsarea butonului b_d se cuplează contactorul C_1 ale cărui contacte principale scurtcircuitează rezistența de frînare. Prin contactul său normal deschis, acest contactor conectează bobina releului intermediar *RIF*. Contactele normal deschise ale acestui releu se închid. Se alimentează bobina contactorului C_2, care cuplează și motorul principal M_1 începe să se rotească.

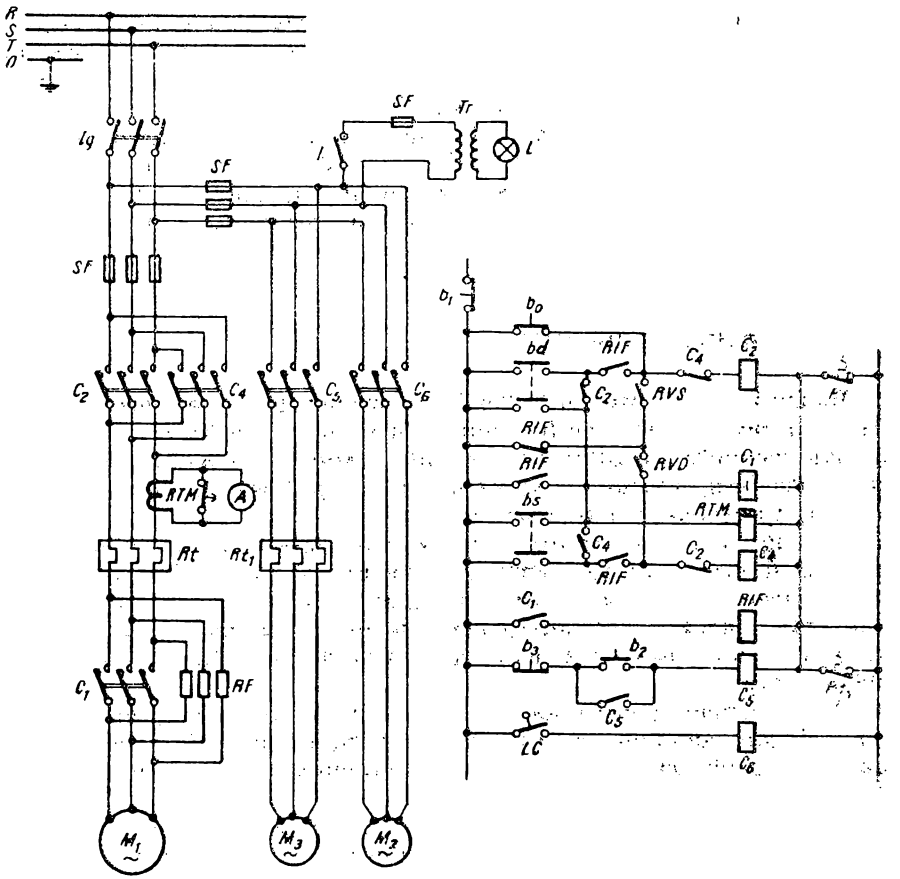


Fig. 2.13. Schema electrică de acționare a mașinii de broșat.

După eliberarea butonului b, bobina C_2 este alimentată prin cele două contacte normal deschise *RIF*, contactul normal deschis C_2 și contactul normal închis C_4.

La apăsarea butonului b_1 toate contactele normal deschise se deschid și după ce butonul b_1 este eliberat, prin contactul normal deschis al releului de viteză *RV* se conectează bobina contactorului C_4 și realizează frînarea prin contracurent. Cînd turația motorului scade pînă la o valoare suficient de mică, se deschide contactul *RV* și motorul este deconectat de la rețea. În timpul frînării contactorul C_1

este decuplat și de aceea în circuitul statorului motorului este conectată rezistența de frînare *RF*.

În partea de jos a schemei sînt reprezentate circuitele de comandă ale contactorului C_5 care conectează motorul de acționare a pompei pentru lichidul de răcire și contactorul C_6 care comandă motorul pentru deplasarea rapidă de retragere a căruciorului cu capul de broșat. Bobina contactorului C_6 este conectată prin rotirea unei manete de pe cărucior, care acționează asupra limitatorului de cursă *LC*. Releul de timp pendular *RTM* acționează odată cu contactorul C_1 și după un timp oarecare își deschide contactul său normal închis legat împotriva curenților mari de pornire.

Protejarea echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor se face cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și a releelor termice notate cu *Rt* în schemă.

Aparatajul electric de comandă este fixat pe panouri metalice montate într-o nișă din batiul mașinii.

2.2.8. MAȘINI DE RECTIFICAT

Mașinile de rectificat, honuit și superfinisat sînt destinate prelucrării fine și foarte fine a suprafețelor interioare și exterioare ale pieselor cu grad de precizie ridicat.

In figura 2.14 este reprezentată schema electrică de acționare a mașinii de rectificat rotund universală tip 3 B-161 folosită pentru prelucrarea exterioară sau interioară a pieselor cilindrice sau conice. Astfel, pentru acționarea mecanismelor de avans transversal și longitudinal al capului cu piatra abrazivă de rectificat se folosește acționarea hidraulică. Inversarea sensului de mișcare la capete de cursă longitudinală este comandată, de asemenea, pe cale hidraulică.

Celelalte mișcări sînt realizate pe cale electrică astfel :

— mișcarea principală de rotație a pietrei abrazive cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat M_1 de 4 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1500 rot/min ;

— mișcarea de acționare a pompei hidraulice pentru realizarea avansului transversal și longitudinal se realizează cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat M_2 de 1,8 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 750 rot/min ;

— mișcarea de acționare a pompei de ungere se realizează prin intermediul unui motor electric asincron trifazat M_3 de 1,1 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1420 rot/min ;

— mișcarea de rotație a piesei de rectificat se realizează cu ajutorul unui motor electric de curent continuu, cu excitație sepa-

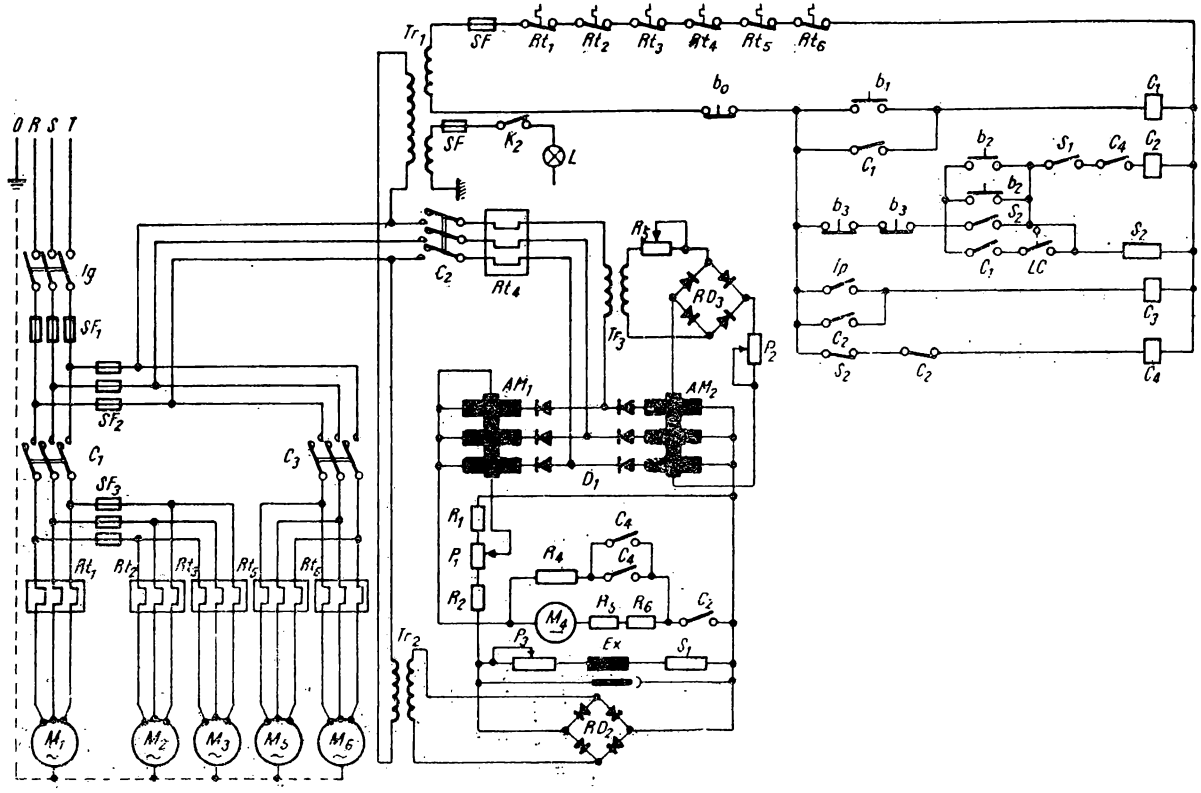


Fig. 2.14. Schema electrică a mașinii de rectificat rotund universală 3B-161.

rată M_4 de 2,2 kW a cărui turație se poate regla în mod continuu între limitele 350—3000 rot/min, printr-un circuit de reglare automată; turația aleasă între cele două limite se menține constantă, indiferent de variația încărcării mașinii;

— pentru răcirea piesei în timpul lucrului mașina este prevăzută cu o pompă acționată de un motor electric asincron trifazat în scurt-circuit M_5 de 0,75 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 3000 rot/min.

— acționarea separatorului magnetic de așchii se realizează cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat M_6 de 1,2 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1420 rot/min.

Punerea schemei sub tensiune se realizează cu ajutorul întrerupătorului general *Ig*. În acest fel se alimentează circuitul primar al transformatorului Tr_1 a cărui înfășurare secundară alimentează la tensiunea de 127 V circuitele de comandă ale mașinii.

Prin apăsarea pe butonul de pornire b_1, bobina contactorului C_1 se conectează favorizînd închiderea contactelor normal deschise C_1, permițînd pornirea motoarelor M_1, M_2 și M_3. Oprirea acestor motoare se realizează prin apăsarea butonului de oprire b_0.

După ce piatra de rectificat începe să se rotească, dă la o manetă se acționează comanda mecanismelor hidraulice pentru obținerea avansului transversal al pietrei abrazive spre piesă. Odată cu conectarea transformatorului Tr_1 este conectat și transformatorul Tr_2, care alimentează redresorul în punte RD_2. Acest redresor permite alimentarea înfășurării de excitație a motorului M_4 și în același timp furnizează tensiunea de referință necesară în schemă pentru reglarea automată a turației motorului M_4. Tensiunea de referință se culege la bornele divizorului potențiometric R_1, P_1, R_2 și se reglează cu ajutorul potențiometrului P_1.

Înfășurarea de excitație a motorului M_4 este legată în serie cu bobina releului intermediar S_1 care se menține cuplat atîta timp cît înfășurarea de excitație este sub tensiune. Dacă dintr-un motiv oarecare se întrerupe circuitul de alimentare a înfășurării de excitație, releul S_1 se deconectează și prin deschiderea contactului normal deschis S_1 întrerupe circuitul de alimentare a contactorului C_2 și motorul M_4 se decuplează. În acest fel se asigură înlăturarea pericolului ca motorul pentru antrenarea piesei M_4 să se ambaleze din cauza întreruperii excitației sale.

Fazele de lucru ale mașinii se desfășoară în continuare după următorul ciclu. Suportul pietrei de rectificat se deplasează cu ajutorul mecanismelor hidraulice transversal către piesa de rectificat. În momentul cînd ajunge în poziția de lucru, suportul acționează limitatorul de cursă *LC* și contactul normal deschis al acestuia se

închide, închizînd circuitul bobinei releului intermediar S_2. Contactul normal deschis S_2 se închide și se cuplează bobina contactorului C_2 care prin contactele C_2 închide circuitul de alimentare al amplificatoarelor magnetice AM_1 și AM_2 prin intermediul cărora se alimentează motorul M_4, care în mișcarea sa antrenează și piesa de rectificat și astfel ciclu de rectificare începe. Prin închiderea contactului normal deschis C_2 se închide și circuitul bobinei contactorului C_3 și astfel contactele normal deschise C_3 se închid permițînd astfel conectarea motoarelor M_5 și M_6, care acționează pompa de răcire și separatorul magnetic. Practic aceste motoare pot fi pornite și oprite independent prin intermediul întreruptorului Ip.

Cu ajutorul unei manete mecanice se comandă hidraulic avansul longitudinal al suportului pietrei pe toată lungimea piesei de rectificat. Inversarea sensului de deplasare longitudinală se face, de asemenea, pe cale hidraulică introducîndu-se în acest scop în circuitul hidraulic limitatoare de cursă.

Pe toată perioada operației de rectificare turația motorului M_4 se menține constantă cu ajutorul unei reacții de curent realizată prin introducerea circuitului primar al transformatorului Tr_3 în serie, cu circuitul de alimentare al amplificatoarelor magnetice AM_1 și AM_2.

Tensiunea alternativă din circuitul secundar al acestui transformator este aplicată redresorului de punte RD_3, iar tensiunea redresată de acesta se aplică la bornele înfășurării de comandă a amplificatoarelor magnetice AM_2. Gradul reacției de curent se poate regla cu ajutorul potențiometrului P_2.

După terminarea operației de rectificare, avansul longitudinal se oprește și se comandă avansul transversal pentru mersul înapoi. Contactul LC al limitatorului de cursă se deschide și releul S_2 se deconectează. Contactul S_2 se deschide deconectîndu-se și bobina contactorului C_2. În acest mod se conectează bobina contactorului C_4, care închide contactele normal deschise montate în serie cu rezistența de frînare R_4 favorizînd astfel frînarea motorului de antrenare a piesei M_4, frînare ce este necesară scurtării timpului de oprire a acestuia după deconectare. Odată cu oprirea motorului M_4 se deconectează și motoarele M_5 și M_6 prin decuplarea contactorului C_3 datorită contactului normal deschis C_2. Oprirea generală a mașinii se realizează prin apăsarea pe butonul de oprire generală b_0 care deconectează contactorul C_1 și motoarele M_1, M_2 și M_3.

Acționarea motorului M_4 pentru lucrările de potrivire și reglare poate fi făcută și individual cu ajutorul butoanelor de comandă b_2. În cazul unei defecțiuni sau erori de prelucrare intervenite în timpul operației de rectificare, motorul de antrenare a piesei M_4 se poate opri cu ajutorul butoanelor de oprire b_3.

Iluminatul local este realizat cu ajutorul unei lămpi de iluminat L alimentată la tensiunea de 24 V prin intermediul transformatorului Tr_1.

Protecția echipamentului electric în caz de scurtcircuit sau suprasarcini este realizată cu ajutorul siguranțelor fuzibile SF_1, SF_2, și SF_3 și cu ajutorul releelor termice notate cu Rt în schemă.

Aparatajul electric de comandă și protecție este fixat pe panouri metalice montate într-un dulap amplasat lîngă mașină. Butoanele de comandă sînt montate într-o casetă amplasată în batiul mașinii la îndemîna lucrătorului.

În exploatare, pe lîngă mașinile de rectificat rotund, o largă răspîndire o au mașinile de rectificat plan.

În fig. 2.15 este reprezentată schema electrică de acționarea mașinii de rectificat plan tip FU.

Mișcările mașinii sînt :

— mișcarea de rotație a pietrei abrazive,

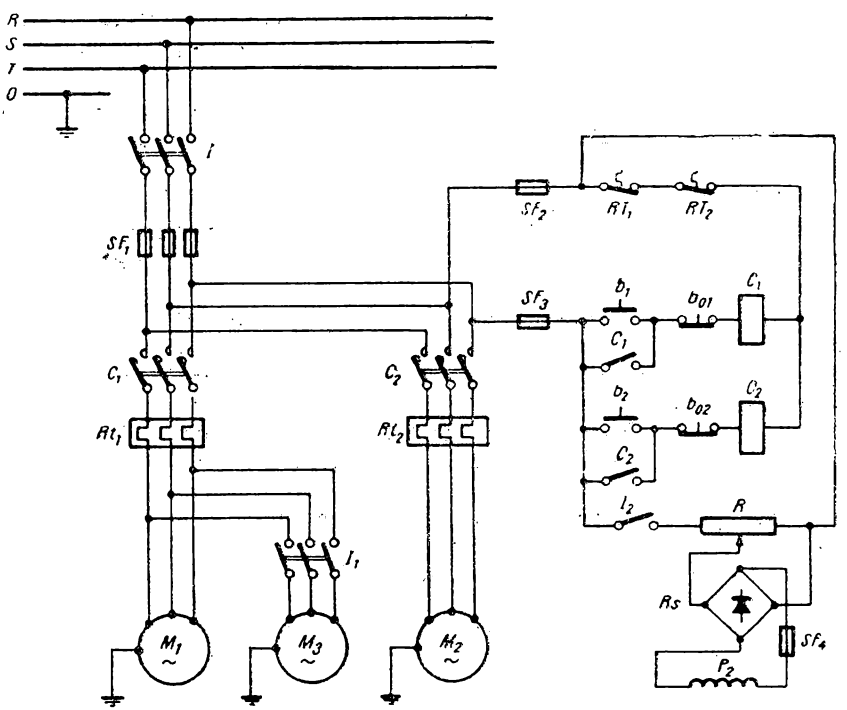


Fig. 2.15. Schema electrică a mașinii de rectificat plan tip FU.

— mișcarea de avans longitudinal a mesei pe care se fixează piesa de rectificat,

— mișcarea de avans a pietrei abrazive, pe direcția transversală ;

— mișcarea de avans pe verticală a pietrei abrazive care se realizează manual.

Fixarea pieselor pe masa mașinii se face cu ajutorul unei plăci electromagnetice de fixare, alimentată în curent continuu la tensiunea de 24—48 V, prin intermediul unui redresor cu seleniu.

Pentru acționarea mecanismelor în vederea realizării mișcărilor dorite mașina este prevăzută cu trei motoare electrice de acționare utilizate astfel :

— mecanismele pentru mișcarea principală de rotație a pietrei abrazive sînt acționate de un motor electric asincron trifazat M_1 de 4 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 1 420 rot/min ;

— mecanismele hidraulice pentru mișcarea de avans longitudinală sînt acționate de un motor electric asincron trifazat M_2 de 2,2 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 940 rot/min ;

— mecanismele sistemului de răcire a pietrei abrazive și piesei de rectificat sînt acționate de un motor electric asincron trifazat M_3 de 0,15 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 3 000 rot/min ;

Prin conectarea întreruptorului *I*, se introduce tensiune în schema de alimentare după care se pot porni independent motoarele de acționare.

Prin apăsarea butonului de pornire b_1 se realizează pornirea motorului M_1 pentru acționarea mecanismelor de antrenare a discului abraziv, deoarece prin apăsarea butonului b_1 se realizează trecerea curentului prin bobina contactorului închizînd astfel contactele normal deschise C_1. Motorul M_3 pentru acționarea pompei de răcire poate fi pus în funcțiune cu ajutorul întreruptorului I_1. Punerea în funcțiune a mecanismelor pentru mișcarea de avans longitudinal se realizează prin apăsarea butonului de pornire b_2, care pornește motorul M_2, deoarece curentul care trece prin bobina contactorului C_2 închide contactele normal deschise C_2. Alimentarea cu curent a plăcii electromagnetice P_2 se realizează prin închiderea întreruptorului I_2, care permite astfel conectarea redresorului *Rs* la rețeaua de curent alternativ, iar placa electromagnetică de fixare a pieselor este pusă sub tensiune. Pentru oprirea motoarelor M_1 și M_3 se apasă pe butonul de oprire b_{01}, iar oprirea motorului M_2 pentru acționarea mișcării de avans longitudinal a mesei se realizează prin apăsarea

butonului de oprire b_{02}. Motorul pentru acționarea pompei de răcire mai poate fi oprit și prin deconectarea întreruptorului I_2.

Protecția aparatajului electric de comandă și a motoarelor electrice de antrenare împotriva scurtcircuitelor sau suprasarcinilor se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și releelor termice Rt_1 și Rt_2.

Aparatajul electric de comandă și protecție este montat pe un panou care se fixează într-o nișă din batiul mașinii. Caseta cu butoanele de comandă se fixează pe partea din față a batiului mașinii de rectificat la îndemîna lucrătorului de la mașină.

Pentru prelucrarea foarte fină a suprafețelor cilindrice interioare, cum ar fi cilindrii sau cămășile cilindrilor pentru motoare termice, cilindrilor pentru acționări hidraulice sau a altor piese similare, a impus ca în practică să fie utilizate pe scară tot mai largă mașinile de honuit.

În fig. 2.16 este reprezentată schema electrică de acționare a mașinii de honuit verticală tip HO-1.

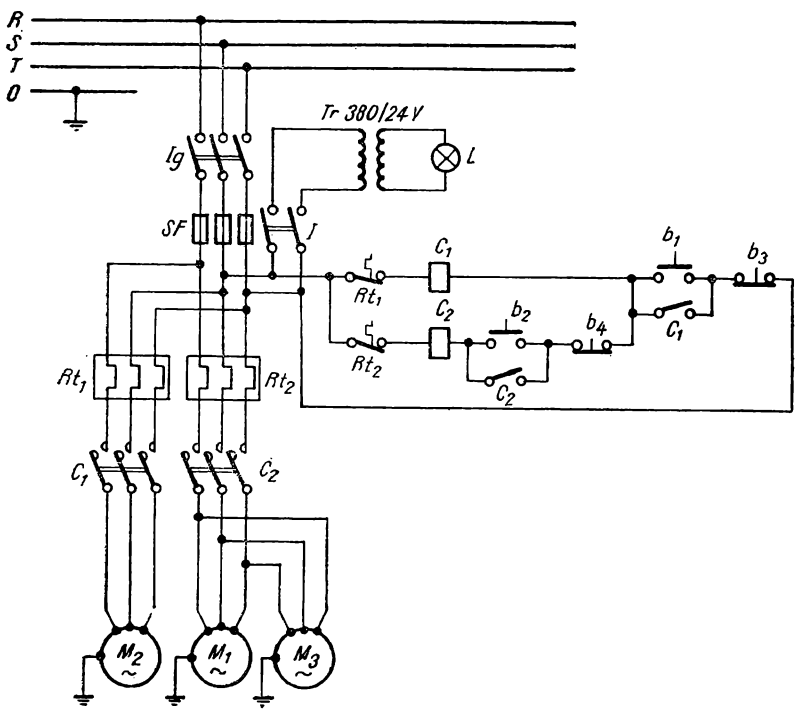


Fig. 2.16. Schema electrică a mașinii de honuit.

Mișcările mașinii sînt :

— mișcarea de rotație a capului de honuit,

— mișcarea de dute-vino în sens vertical a capului de honuit.

Mașina este echipată cu trei motoare electrice în vederea realizării mișcărilor necesare în procesul de lucru :

— un motor asincron trifazat M_1 de 10 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 1 450 rot/min, care asigură mișcarea principală printr-o transmisie mecanică ;

— un motor asincron trifazat M_2 de 4,5 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 000 rot/min, utilizat pentru acționarea pompei sistemului hidraulic, care asigură mișcarea de dute-vino a capului de honuit ;

— un motor asincron trifazat M_3 de 0,15 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 3 000 rot/min, utilizat pentru acționarea pompei de răcire.

Punerea sub tensiune a schemei se realizează prin conectarea întreruptorului general *Ig*. După apăsarea butonului de pornire normal deschis b_1 cu revenire automată, se permite trecerea curentului electric prin bobina contactorului C_1. Acesta închide contactele normal deschis C_1, punînd în funcțiune motorul M_2 care acționează sistemul hidraulic. Se apasă apoi pe butonul b_2 pentru pornirea motoarelor electrice M_1 și M_3 care acționează axul principal și pompa de răcire. Dacă se apasă pe butonul de oprire b_3 cu revenire automată se deschid contactele C_1 și C_2, deoarece se întrerupe curentul bobinelor C_1 și C_2, iar mașina se oprește. Cînd toate motoarele electrice sînt în funcțiune și trebuie oprite numai motoarele M_1 și M_3 se apasă pe butonul de oprire normal închis b_4 cu revenire automată. Prin aceasta se întrerupe numai curentul bobinei C_2, contactele C_2 se deschid, iar motoarele M_1 și M_3 se opresc.

Prin închiderea întreruptorului *I* și prin intermediul transformatorului coborîtor de tensiune *Tr* se obține aprinderea lămpii de iluminat local *L*.

Releele termice Rt_1 din circuitul de alimentare al motorului M_2 precum și releele termice Rt_2 din circuitul de alimentare al celor două motoare M_1 și M_3 deschid în caz de suprasarcină prelungită contactele lor. În felul acesta se întrerupe curentul prin bobina C_1, respectiv C_2 și se oprește motorul M_2 sau motoarele M_1 și M_3.

Contactele releelor termice sînt fără revenire automată în poziția *„închis"*. În felul acesta, după ce s-a deschis unul din aceste contacte din cauza unei suprasarcini, închiderea trebuie realizată manual, după eliminarea cauzei care a produs suprasarcina. Protecția împotriva scurtcircuitelor este realizată cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF*.

Aparatajul electric de comandă și protecție este montat pe un panou care se fixează într-o nișă din batiul mașinii. Caseta cu butoanele de comandă se fixează pe partea laterală a batiului mașinii de honuit, la îndemîna lucrătorului.

Pentru executarea lucrărilor de superfinisare prin care se urmărește obținerea unei netezimi maxime a suprafețelor prelucrate, în practică sînt utilizate în mod curent mașinile de superfinisat.

În fig. 2.17 este reprezentată schema electrică de acționare a mașinii de superfinisat rotund orizontală universală.

Mișcările mașinii sînt :

— mișcarea de rotație principală a piesei de prelucrat,

— mișcarea de avans longitudinal a păpușii port sculă,

— mișcarea de oscilație a capului de superfinisat,

— mișcarea mecanismului de răcire a piesei și sculei abrazive de superfinisat.

Pentru realizarea acestor mișcări mașina este echipată cu patru motoare electrice de antrenare :

— un motor asincron trifazat M_1 de 0,55 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 1 500 rot/min, care asigură mișcarea de rotație a piesei prin intermediul unui variator mecanic continuu ;

— un motor asincron trifazat M_2 de 0,25 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 1 500 rot/min, utilizat pentru acționarea păpușii portsculă prin intermediul unui mecanism hidraulic în vederea obținerii avansului longitudinal ;

— un motor asincron trifazat M_3 de 0,25 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 1 000 rot/min, utilizat pentru acționarea capului de oscilație prin intermediul unui excentric mecanic ;

— un motor asincron trifazat M_4 de 0,15 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 3 000 rot/min, utilizat pentru acționarea pompei de răcire.

Pornirea mașinii se realizează prin conectarea întreruptorului I și apăsarea pe butonul b_1. Bobina contactorului C_1 este străbătută de curent închizînd contactele normal deschise C_1.

Prin închiderea contactului de blocare normal deschis C_1 care este legat în derivație cu butonul de pornire b_1 se asigură trecerea curentului prin bobina C_1 și în cazul cînd butonul b_1 nu mai este apăsat.

Închiderea contactelor C_1 din circuitul de alimentare al motoarelor pentru acționarea mecanismelor mișcării principale M_1, al me-

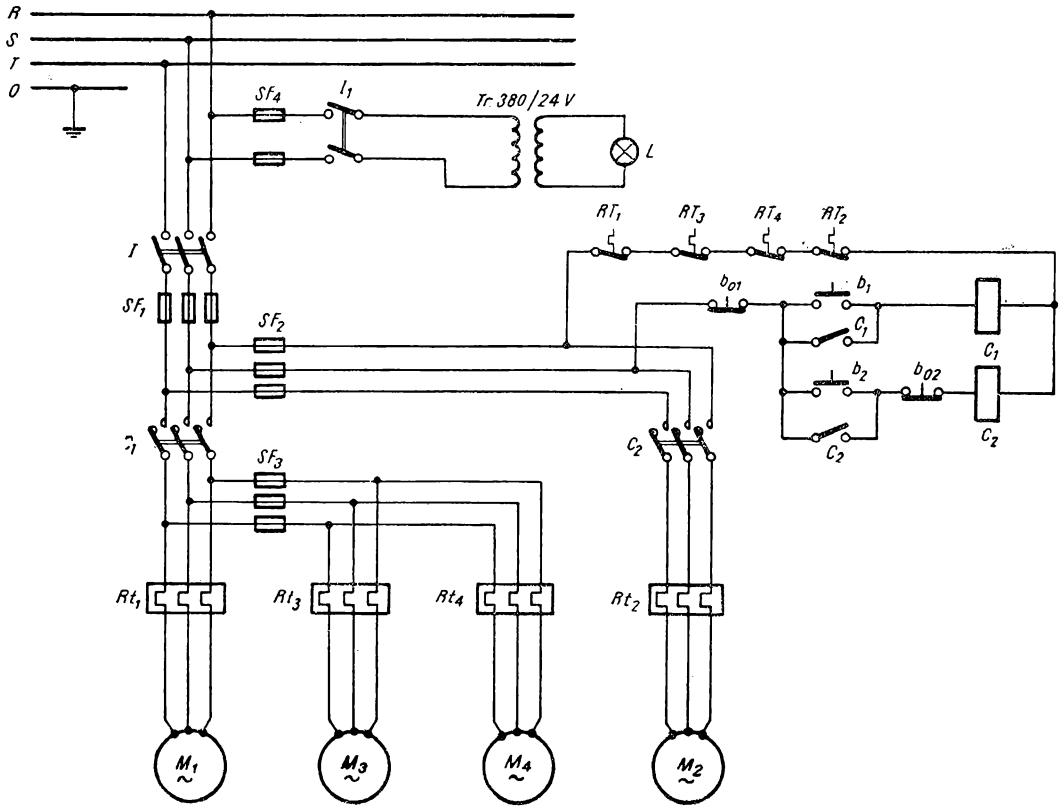


Fig. 2.17. Schema electrică a mașinii de superfinisat rotund universală.

canismelor pentru mișcarea de avans longitudinal al mesei M_3 și al sistemului de răcire M_4 permite punerea în funcțiune a acestor motoare.

Pornirea motorului M_2 pentru mișcarea de rotație a piesei de superfinisat se face prin apăsarea butonului de pornire b_2, care permite trecerea curentului prin bobina contactorului C_2.

În practică, în unele cazuri, pentru verificarea piesei se impune oprirea separată a motorului M_2, care antrenează mecanismele pentru mișcarea de rotație a piesei, aceasta se realizează prin apăsarea butonului de oprire b_{02}. Oprirea completă din funcțiune a mașinii se realizează prin apăsarea butonului de oprire b_{01}.

Protecția aparatajului și echipamentului electric al mașinii împotriva scurtcircuitelor sau a suprasarcinilor se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și a blocurilor de relee termice *Rt*. Protecția împotriva scăderii tensiunii este realizată de către bobinele contactoarelor.

Iluminatul local este realizat cu ajutorul unei lămpi de iluminat local, alimentată la tensiunea de 24 V, obținută cu ajutorul unui transformator coborîtor de tensiune *Tr*. Lampa este montată pe mașină în zona piesei de superfinisat.

Aparatajul electric de comandă și protecție este montat pe un panou care se fixează într-o nișă din batiul mașinii. Butoanele de comandă se montează într-o casetă care se fixează pe partea din față a batiului mașinii la îndemîna lucrătorului.

2.2.9. CENTRE DE PRELUCRARE

Centrele de prelucrare au apărut și s-au confirmat ca un tip de mașini-unelte numai în ultima perioadă de timp — circa 15 ani.

Datorită avantajelor deosebite pe care le prezintă, producția acestor tipuri de mașini a crescut rapid în ultimii ani, fiind destinate în general producției individuale și de serie mică. Din punct de vedere constructiv, centrele de prelucrare derivă din mașini-unelte universale la care se adaugă elemente specifice centrului de prelucrare : magazinul de scule și mecanismul de schimbare și transfer al sculei.

În funcție de operația tehnologică pe care o execută și tipul mașinii unelte din care derivă se pot distinge :

— centre de prelucrare prin strunjire,
— centre de prelucrare prin găurire,
— centre de prelucrare prin găurire, frezare și alezare,
— centre de prelucrare combinate.

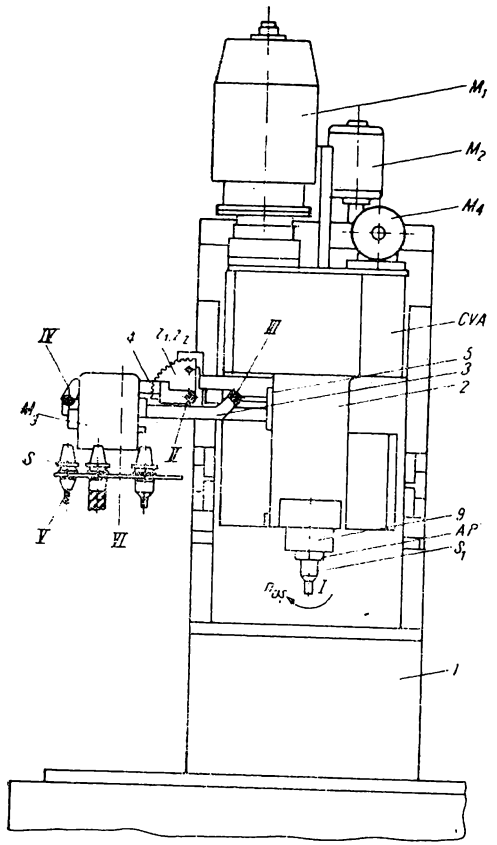


Fig. 2.18. Schema unui centru de prelucrare pentru găurire grefat pe o mașină de găurit.

Existența în producție a unui mare număr de tipuri de centre de prelucrare face dificilă o clasificare riguroasă a acestora, unul și același centru de prelucrare putîndu-se încadra în diferitele grupe menționate mai sus. Din aceste considerente centrele de prelucrare vor fi grupate după criteriul care ține seama de mașina-unealtă care stă la baza centrului de prelucrare.

În practică cele mai utilizate sînt centrele de prelucrare prin găurire, frezare și alezare care au la bază mașinile-unelte respective.

În fig. 2.18 este reprezentată schema unui centru de prelucrare prin găurire, grefat pe o mașină de găurit cu un montant, la care magazinul de scule se află montat direct pe cutia de viteze și avansuri.

Rotirea magazinului de scule în jurul axei verticale *VI*, în vederea aducerii sculei dorite în poziția de schimb, se realizează cu ajutorul motorului electric asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit M_3 de 1,1 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 1 500 rot/min, prin intermediul unei roți de curea și a unui sistem mecanic. Blocarea magazinului în poziția dorită se obține cu ajutorul unui motor pneumatic.

Aducerea sculei în poziția dorită și schimbarea ei se realizează tot cu ajutorul unui motor pneumatic care acționează angrenajul cilindric Z_1, Z_2 de pe axele *II—III*.

Antrenarea axului principal al mașinii se realizează cu ajutorul motorului electric asincron trifazat în scurtcircuit M_1 de 4,5 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 500 rot/min.

Pompa de răcire este acționată de un motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_4 de 0,15 kW alimentat la tensiunea de 220/ /380 V, avînd o turație de 3 000 rot/min.

Schema de principiu a acționării electrice și pneumatice fig. 2.19 conține în principal motoarele electrice de antrenare a celor două lanțuri cinematice, principal de antrenare a sculei M_1 și de avans M_2, motorul electric pentru rotirea magazinului M_3, motoarele pneumatice Mp_1 și Mp_2 necesare blocării magazinului în poziție ridicată și respectiv indexării magazinului, precum și motorul pneumatic rotativ Mp_3 necesar deplasării magazinului. Succesiunea fazelor ciclului de lucru este asigurată secvențelor prin intermediul limitatoarelor de cursă montate la capetele curselor pinolei și motoarelor pneumatice.

Limitatoarele de cursă *LC* prin relee intermediare anclașează la momentul oportun electromagneții sertărașelor distribuitoare *SD*,

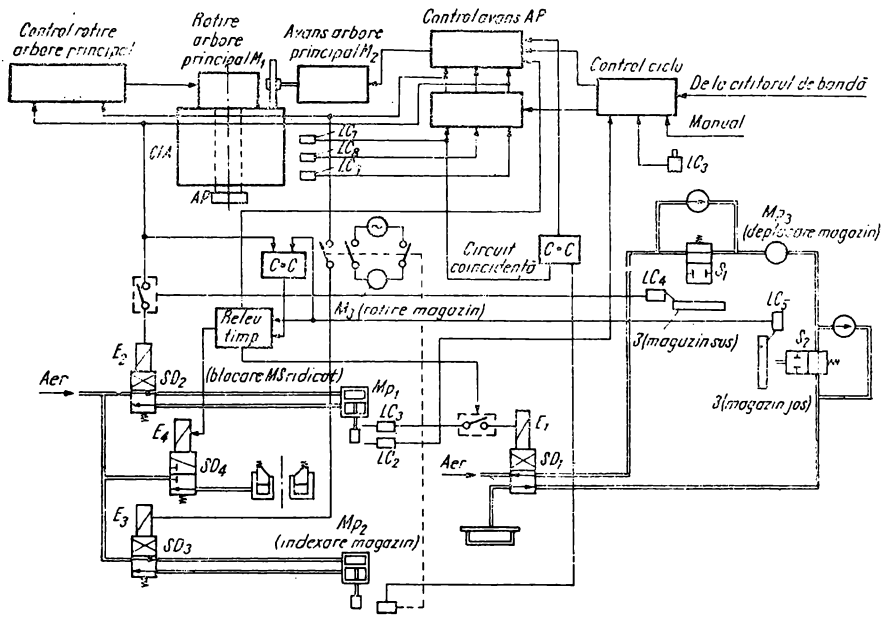


Fig. 2.19. Schema de principiu a acționării electrice și pneumatice a unui centru de prelucrare.

care permit accesul aerului comprimat în următorul element de execuție al mașinii.

Schema electrică de acționare și modul de funcționare sînt prezentate în fig. 2.8 și fig. 2.9.

2.2.10. MAȘINI PENTRU PRELUCRAREA ȘI FINISAREA DANTURII ROȚILOR DINȚATE

În industria constructoare de mașini există o varietate mare de tipuri de roți dințate, ca forme și dimensiuni, de exemplu : roți dințate cilindrice sau conice, roți cu dantura interioară sau exterioară, roți cu dinți drepți sau înclinați etc. Această varietate de forme și dimensiuni ale roților dințate a dus la construcția unei game foarte mari de mașini pentru prelucrat și finisat roți dințate.

Una dintre mașinile reprezentative a acestei grupe este mașina românească de frezat roți dințate tip FD 320 A.

Mișcările mașinii sînt :

— mișcarea principală de rotație a sculei (frezei),

— mișcarea de avans transversal și radial, care poate fi executată în ciclul individual sau automat.

Mișcarea principală de lucru este realizată cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_1 de 5,5 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 1 500 rot/min.

Mișcările de avans transversal și radial sînt obținute cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_2 cu două turații 750/1 500 rot/min, dezvoltînd puterile 0,75/1,5 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V. Motoarele electrice pot funcționa în ambele sensuri prin intermediul inversoarelor de sens.

Antrenarea pompei pentru acționarea circuitului hidraulic se realizează cu ajutorul unui motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_3 de 1,5 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 500 rot/min.

Răcirea piesei și sculei în timpul lucrului se realizează cu ajutorul unei pompe de răcire acționată de un motor electric asincron trifazat în scurtcircuit M_4 de 0,15 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 3 000 rot/min.

Comanda mașinii poate fi realizată în comenzi individuale, pentru fiecare operație sau în regim automat. Schema electrică de acționare este reprezentată în fig. 2.20 (planșă).

Punerea schemei sub tensiune se realizează prin cuplarea întreruptorului principal *Ip*.

Circuitul de comandă este alimentat prin intermediul transformatorului coborîtor de tensiune *Tr* la tensiunea de 42 V. Pentru iluminatul local tensiunea are valoarea de 24 V. Alimentarea redresorului se face la tensiunea de 30 V. Prezența tensiunii este semnalizată cu ajutorul lămpii h_2 de pe panoul de comandă. Comenzile de funcționare ale mașinii încep prin pornirea motorului pentru antrenarea pompei hidraulice M_3 care se face cu ajutorul contactorului C_1, pe circuitul *102—101—103—104*.

După cuplare, contactul auxiliar C_1 pe linia *102—111* pune sub tensiune restul schemei de comandă.

Funcționarea mașinii este posibilă în regim cu comenzi individuale pentru fiecare operație sau în regim automat.

Funcționarea cu comenzi individuale

Comutatorul care servește pentru alegerea modului de lucru CO_2 trebuie să se găsească pe poziția de mijloc. În această poziție bobinele releelor intermediare Ri_7 și Ri_8 nu sînt alimentate. Cu ajutorul comutatorului CO_1 se stabilește modul de execuție al roții dințate, adică frezarea în sensul avansului sau frezarea contra avansului. Cu ajutorul comutatorului CO_3 se stabilește mărimea avansului.

Pornirea motorului de antrenare principal M_1 se face prin intermediul contactorului C_2 pe circuitul *111—107—108—109—169* și butoanele de pornire și oprire b_4 și b_3.

Apropierea mesei se realizează cu ajutorul electromagnetului EM_1 fiind acționată hidraulic. Circuitul de comandă care se închide pe linia *111—141—142—143—144* și butoanele de acționare b_8 și b_7.

După apropierea și blocarea mesei, releul de presiune cu microîntreruptorul m_2 își închide contactele și devine posibilă cuplarea și pornirea în sensul dorit al motorului de avansuri M_2, cum și a cuplajelor electromagnetice EM_1 și EM_2. Cuplarea se face cu ajutorul butonului b_{10} din circuitul releului Ri_6.

Deplasările capului de frezat sînt limitate pe verticală de microîntreruptoarele m_3, m_4 și m_7, iar în planul transversal de microîntreruptoarele m_5 și m_6.

Pentru cuplarea și decuplarea deplasărilor rapide ale suportului mașinii, pe anumite distanțe, se acționează prin butoanele b_5 și b_6 asupra microîntreruptoarelor m_9 și m_8 pe circuitul *156—154—153—112*.

Microîntreruptoarele m_8 și m_9 sînt montate pe mașină împreună cu microîntreruptoarele m_3, m_4 și m_7.

Oprirea motoarelor electrice de antrenare M_1, M_2 și M_3 și revenirea mesei de lucru în poziția inițială se face prin butoanele b_9, b_3, b_1 și b_7.

Deplasarea rapidă a capului de frezat în poziția și direcția dorită se execută cu ajutorul butoanelor b_5 și b_6; pentru aceasta contactorul C_1 trebuie să fie închis, iar releele intermediare Ri_8, Ri_6 și Ri_{10} deschise.

Funcționarea în ciclu automat

Pentru aceasta, comutatorul CO_2 se trece pe poziția *152* alimentînd bobina releului Ri_8, pregătind astfel schema pentru lucru în ciclu automat.

După cuplarea contactorului C_1 pornirea ciclului se face cu ajutorul butonului b_8. Acesta comandă: apropierea mesei prin intermediul electromagnetului EM_1, pornirea motorului electric de antrenare principal M_1 prin intermediul contactorului C_2, pe calea de curent *111—105—106—169—160* și apoi, după închiderea releului de presiune m_2, ca urmare a creșterii presiunii în circuitul hidraulic, este pus în funcțiune motorul pentru acționarea avansurilor M_2 pe calea de curent *111—112—114—113—117* și de aici pe una din variantele *118—123—124—128* sau *119—126—127—129*.

La capătul cursei microîntreruptorul m_3 sau m_4 asigură oprirea motorului de acționare a avansurilor M_2. Acționînd în același timp și asupra releului intermediar Ri_9 pe calea *125—175—122*, întrerupe circuitul releului Ri_7 prin contactul *143—144*, producînd astfel și oprirea motorului principal de antrenare a sculei M_1 precum și retragerea mesei.

La terminarea cursei de retragere este acționat microîntreruptorul m_1 care produce cuplarea releului intermediar Ri_{10} și astfel prin contactul acestuia *111—159* se pornește din nou motorul pentru acționarea avansurilor M_2 în sens contrar celui care a funcționat anterior, efectuînd retragerea rapidă a suportului în poziția inițială.

Pentru micșorarea uzurii se poate executa în mod automat în cadrul fiecărui ciclu o deplasare axială a sculei cu o mărime reglabilă. În caz că nu se dorește ca această deplasare să se execute în mod automat, la fiecare ciclu butonul cu reținere b_{12} se trece din poziția automat în poziția manual.

În această situație deplasarea axială se execută numai la apăsarea butonului b_{11}.

Funcționarea în ciclu radial

Comutatorul CO_2 se trece pe poziția ciclu radial, calea *151*, asigurîndu-se alimentarea releului intermediar Ri_7, care pregătește schema pentru ciclu de lucru radial.

Butonul b_{12} se trece pe poziția de lucru manual, după care se pornește motorul M_3 pentru acționarea pompei din circuitul hidraulic. Pornirea ciclului radial se realizează cu ajutorul butonului b_8,

după care se procedează ca și în cazul precedent la apropierea mesei și la pornirea motorului principal M_1 pe căile cunoscute.

La acționarea motorului principal M_1, prin creșterea presiunii în circuitul hidraulic, nu se mai produce cuplarea motorului de avansuri M_2 ca în cazul precedent, ci se realizează acționarea releului Ri_9 pe calea de curent *112—114—175—122*, prin intermediul contactului normal deschis al releului intermediar Ri_7 (este de observat că porțiunea *112—113* este întreruptă pe toată durata ciclului radial). Releul intermediar Ri_9 produce acționarea releului de timp pe calea *100—191*. Deschiderea circuitului releului Ri_1 și deci retragerea mesei se face după trecerea timpului reglat la releul RT_1 pentru deschiderea contactului pe calea *142—143*.

Acest timp este necesar pentru prelucrarea și curățirea roții de prelucrat pe toată periferia roții.

Protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor se face cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și al releelor termice *Rt*.

Aparatajul electric de comandă este fixat pe panouri metalice care sînt montate într-un dulap amplasat în apropierea mașinii. Butoanele de comandă sînt situate într-o casetă montată pe partea laterală a batiului mașinii, la îndemîna lucrătorului de la mașină.

2.2.11. MAȘINI PENTRU PRELUCRAT ȘI FINISAT FILETE

După felul sculei utilizate la mașinile de prelucrat filete, în practică, se pot deosebi : mașini de prelucrat filete cu cap rotativ, mașini de filetat cu tarozi, mașini de frezat filet și mașini de rectificat filete.

Toate aceste tipuri de mașini sînt caracterizate printr-o dependență strictă între mișcarea de rotație a piesei, mișcarea de avans a piesei și mișcarea de avans a sculei, deoarece la o rotație completă a piesei, scula trebuie să avanseze cu un pas.

În fig. 2.21 este reprezentată schema electrică de acționare a mașinii universale de prelucrat și finisat filet tip RE-3 destinată prelucrării și finisării filetului la scule și piese, ca de exemplu : tarozi, calibre-tampon, calibre, inele, freze, filiere, freze melc, șuruburi conducătoare la mașini-unelte etc.

Mișcările mașinii în timpul procesului de prelucrare sînt :

— mișcarea principală de rotație a sculei,

— mișcarea de avans circular a piesei,

— mișcarea de avans longitudinal a mesei de lucru pe care se fixează piesa,

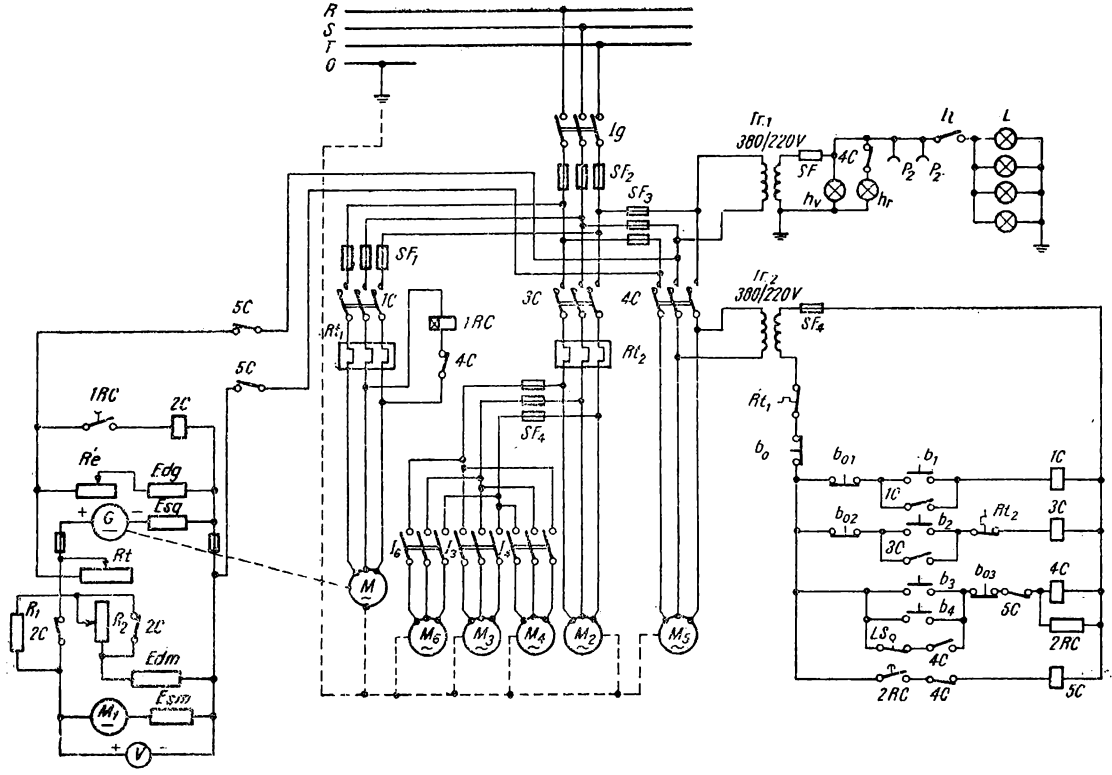


Fig. 2.21. Schema electrică a mașinii de prelucrat și finisat filete RE-3.

— mișcarea de avans transversal a capului pe care se fixează scula de lucru, care se realizează manual.

Mașinile electrice necesare realizării mișcărilor de lucru ale mașinii sînt :

— un motor electric asincron în scurtcircuit M de 7,5 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 1 400 rot/min cuplat direct cu un generator de curent continuu ;

— un generator de curent continuu G cuplat direct cu motorul M, de 6,5 kW, la tensiunea de 120 V, avînd o turație de 1 400 rot/min, excitație în derivație cu o ușoară compundare ;

— un motor de curent continuu M_1 care asigură mișcarea de rotație a sculei de lucru (discului abraziv) de 4,2 kW, alimentat la tensiunea de 120 V, avînd o turație de 1 400 rot/min la puterea nominală, reglarea turației pînă la 2 800 rot/min, excitație în derivație cu o ușoară compundare de stabilizare ; motorul este alimentat de către generatorul de curent continuu G ;

— un motor asincron trifazat în scurtcircuit M_2 pentru acționarea sistemului hidraulic utilizat pentru acționarea mișcărilor de avans de 2,8 kW alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 000 rot/min ;

— un motor asincron trifazat în scurtcircuit M_3 pentru acționarea pompei de răcire de 0,4 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 1 500 rot/min.

Pe lîngă motoarele utilizate pentru acționarea mișcărilor principale, echipamentul electric al mașinii mai este prevăzut cu o serie de motoare electrice utilizate pentru acționarea dispozitivelor auxiliare astfel :

— un motor asincron trifazat în scurtcircuit M_4 utilizat pentru rectificarea vîrfurilor (chernerelor) de fixarea piesei pentru finisat de 0,25 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 2 800 rot/min,

— un motor asincron trifazat în scurtcircuit M_5, utilizat pentru acționarea aparatului de corectat discul abraziv de 0,15 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 500 rot/min.

— un motor asincron trifazat în scurtcircuit M_6 utilizat pentru acționarea instalației de aspirație a prafului abraziv rezultat în timpul operației de finisare de 0,28 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 500 rot/min.

Grupul generator motor este montat într-un dulap metalic situat în apropierea mașinii. Celelalte motoare electrice sînt montate pe mașină. Motorul electric M_1, pentru acționarea axului principal al discului abraziv, este montat pe o placă deplasabilă pentru a asigura întinderea curelei.

Restul echipamentului electric se află montat pe panouri metalice situate într-un dulap fixat pe batiul mașinii.

Protecția echipamentului electric contra scurtcircuitelor este realizată cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF*, iar contra suprasarcinilor prelungite prin intermediul releelor termice *Rt*.

Circuitele de comandă și cele de alimentare a lămpilor de semnalizare și de iluminat local funcționează la tensiunea de 220 V obținută prin intermediul celor două transformatoare coborîtoare de tensiune *Tr*.

Tot pe circuitul de 220 V al mașinii există și două prize P_1 și P_2 la care se pot conecta după necesitate lămpi mobile.

Punerea sub tensiune a schemei se realizează prin schimbarea întreruptorului general *Ig*. Lampa de semnalizare de culoare verde *hv* se aprinde, fiind alimentată cu tensiune de 220 V prin intermediul transformatorului coborîtor de tensiune Tr_1, semnalizîndu-se astfel punerea mașinii sub tensiune. Se apasă pe butonul ciupercă de pornire b_{01} normal deschis și cu revenire automată. Închiderea butonului b_{01} favorizează trecerea curentului de comandă prin bobina contactorului *1C*, determinînd închiderea contactului de blocare normal deschis *1C* și a contactelor *1C* din circuitul de alimentare al motorului *M*. În acest fel este asigurată trecerea curentului prin bobina *1C*, și după ce s-a ridicat mîna de pe butonul b_{01} și a fost pornit motorul *M*, care acționează la rîndul său prin cuplare directă generatorul de curent continuu *G*. Bobina releului cronometric *1RC* fiind sub tensiune, acționează contactul normal deschis *1RC* cu temporizare la închidere. În prima fază a demarajului motorului M_1, pentru acționarea discului abraziv, curentul trece prin indusul acestui motor după ce a parcurs rezistența de pornire R_1. În faza a doua a demarajului, contactul *1RC* cu temporizare se închide, lăsînd să treacă curent prin bobina contactorului *2C*, determinînd închiderea contactului normal deschis *2C* și deschiderea contactului normal închis *2C*. Prin închiderea contactului *2C*, rezistența de pornire R_1 este scurtcircuitată, iar curentul trece direct prin indusul motorului M_1. Deschiderea contactului *2C* permite ca, după ce tensiunea la bornele motorului M_1 a atins valoarea normală de 115—120 V (citită pe cadranul voltmetrului *V*), să se introducă treptat rezistența în reostatul de excitație R_2 al motorului M_1, ridicînd astfel turația pietrei abrazive de rectificat la valoarea corespunzătoare.

Pornirea sistemului hidraulic se realizează prin apăsarea butonului de pornire b_2 (similar cu butonul b_1). Trecînd curent prin bobina contactorului *3C*, se închid contactele normal deschise *3C* favorizînd pornirea motorului pentru acționarea sistemului hidraulic M_2. Prin apăsarea butonului de pornire b_2 pot fi puse în func-

țiune și motoarele M_3, M_4 și M_6, după cum se manevrează întreruptoarele corespunzătoare I_3, I_4 și I_6.

Pentru a pune în funcțiune motorul de antrenare al aparatului de corectat discul abraziv M_5, se apasă pe unul din butoanele de pornire b_3 sau b_4, favorizînd trecerea curentului prin bobina contactorului *4C*, permițînd închiderea contactelor normal deschise *4C* și deschiderea contactelor normal închise *4C*. Închiderea contactului de blocare *4C* în derivație față de b_3 și b_4 permite trecerea curentului prin bobina *4C* și după ce nu se mai apasă butoanele respective.

Deschiderea contactului normal *4C* din circuitul motorului *M* întrerupe curentul prin bobina *1RC*, ceea ce face să se deschidă contactul cu temporizare *1RC*. Din această cauză se întrerupe curentul în bobina *2C*, se deschide contactul *2C*, care era închis, și se închide contactul *2C*, care era deschis. Prin aceasta se intercalează în circuitul indusului motorului M_1 rezistența R_1 și se scurtcircuitează rezistența de excitație R_2 a motorului respectiv. Astfel motorul începe să funcționeze cu turație redusă, după cum este necesar.

Închiderea contactelor normal deschise *4C* din circuitul motorului M_5 al aparatului de corectat permite pornirea motorului M_5.

Închiderea contactului normal deschis *4C* din circuitul lămpii de semnalizare *hr* face să se aprindă becul roșu care semnalizează funcționarea dispozitivului de corectat. Contactul normal închis *4C* din circuitul bobinei *5C* se deschide.

După apăsare pe butonul b_3 sau b_4 trece curent și prin bobina releului cronometric *2RC*, care închide contactul normal deschis *2RC* cu temporizare la deschidere.

Cînd circuitul de lucru al aparatului de corectat s-a terminat, se deschide automat întreruptorul de sfîrșit de cursă normal închis *LS*, întrerupînd și curentul prin bobina *4C*, din care cauză toate contactele notate cu *4C* în schemă revin în poziție normală.

Închiderea contactului normal închis *4C* din circuitul bobinei *5C* face să treacă curent prin această bobină, întrucît contactul *2RC* cu temporizare la deschidere este încă menținut închis.

Trecerea curentului prin bobina *5C* are următoarele efecte :

— deschide contactul normal închis *5C* din circuitul bobinei *4C*,

— închide contactele normal deschise *5C* care aduc curent continuu la două faze ale motorului M_5 și îl frînează rapid,

— totodată, deoarece contactul normal închis *4C* de lîngă motorul *M* se închide, motorul de curent continuu M_1 revine la turația lui normală, iar operațiile se succed ca și la pornirea acestui motor.

După ce timpul de temporizare al contactului *2RC* din circuitul bobinei *5C* a fost depășit, acest contact se deschide, întrerupînd cu-

rentul prin bobina $5C$ și deschizînd contactele normal deschise $5\bar{C}$; aceste contacte se aflau închise în vederea frînării motorului M_5.

Motorul M_5 al aparatului de corectat poate fi oprit în orice moment al ciclului prin apăsare pe butonul de oprire bo_3.

Prin apăsare pe butonul de oprire bo pot fi oprite toate motoarele aflate în funcțiune.

Apăsînd numai pe butonul de oprire bo_1 se oprește motorul M, prin urmare generatorul G și motorul M_1. Prin apăsare numai pe butonul bo_2 se oprește motorul de acționare al sistemului hidraulic M_2 și oricare din motoarele M_3, M_4 sau M_6 care s-ar afla în funcțiune.

Elementele termice Rt_1 din circuitul motorului M fac ca în caz de suprasarcină prelungită să se întrerupă contactele normal închise ale releului termic Rt_1 fără revenire automată și astfel să se scoată din funcțiune toate mașinile electrice.

Elementele termice Rt_2 din circuitul motorului M_2 fac ca în caz de suprasarcină prelungită să se întrerupă contactele normal închise ale releului termic Rt_2 fără revenire automată și astfel să se scoată din funcțiune motorul M_2 și oricare din motoarele M_3, M_4 sau M_6 care s-ar afla în funcțiune.

2.2.12. MAȘINI-UNELTE AGREGATE

Mașinile-unelte agregate sînt compuse din diverse organe și unități cinematice în majoritatea cazurilor normalizate, în vederea prelucrării parțiale sau complete a unor produse. La o mașină-unealtă agregat, semifabricatul poate fi fix în cazul găuririi, alezării, filetării etc.) sau se poate deplasa în timpul prelucrării (la frezare, strunjire etc.).

După modul de construcție, unele mașini-unelte cu mai multe posturi de lucru se pot considera fie mașini-unelte agregat, dacă batiul este comun, fie linii tehnologice automate, dacă fiecare post de lucru își are batiul său și semifabricatul se deplasează de la un post de lucru la altul.

În figura 2.22 *a* și *b* este reprezentată schema electrică de acționare și schema cinematică a unui cap de forță pentru găurire cu deplasările realizate electromecanic.

Capul de forță, așa cum se vede în fig. 2.22, *b*, se află în poziția retras, poziție în care niciunul din limitatoarele L_0, L_1, L_2 și L_3 din caseta cu limitatoarele C nu este acționat de către cama K_2. Motorul M_1 asigură rotirea sculei și avansul lent al capului de forță, iar motorul M_3, rotindu-se în ambele sensuri, determină avansul ra-

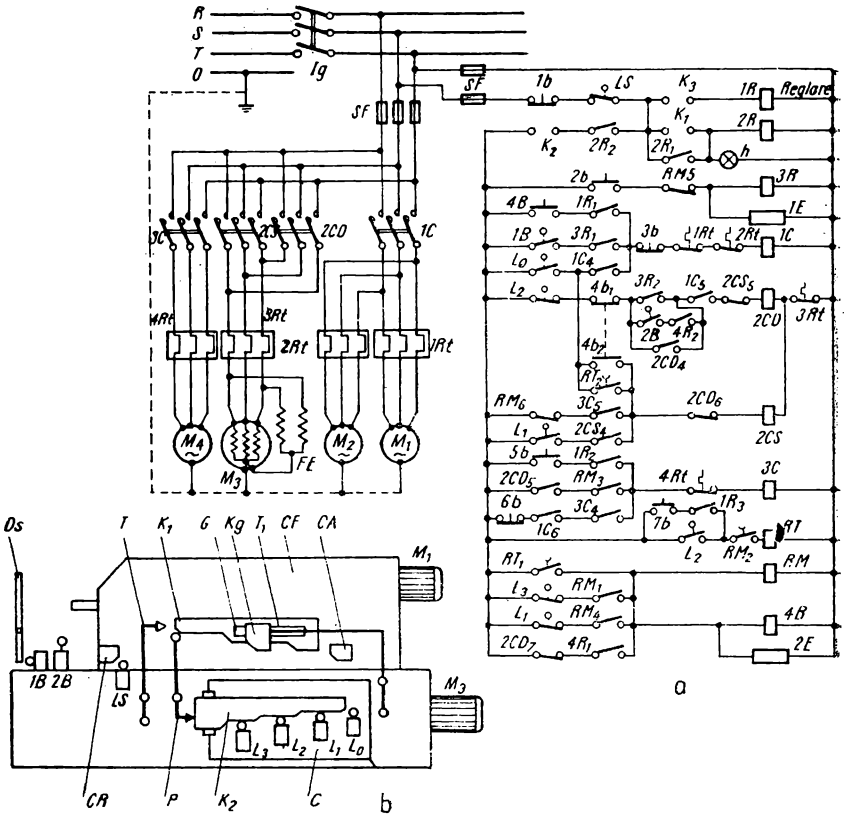


Fig. 2.22. Cap de forță pentru găurire cu deplasările realizate electromecanic.

pid și respectiv retragerea rapidă a capului de forță. Pe măsură ce cama K_1 solidară cu capul de forță avansează, treptele sale acționează prin intermediul pîrghiei P asupra camei K_2, care la rîndul său atacă pe rînd limitatoarele L_0, L_1, L_2, L_3, menținîndu-le acționate pe toate și eliberîndu-le în ordine inversă (L_3, L_2, L_1, L_0) pe măsură ce capul de forță se retrage.

Pe cama K_1 se află o camă glisantă Kg montată pe glisiera G.

Acționarea pîrghiei P de către cama glisantă Kg permite prin intermediul camei K_2 acționarea limitatorului L_2. În timp ce cama glisantă Kg a atins capul pîrghiei P, aceasta este oprită de a mai înainta de către tamponul T și, deoarece capul de forță continuă să înainteze, cama Kg este împinsă înapoi pe glisieră.

Punerea schemei sub tensiune se realizează prin cuplarea întreruptorului general *Ig*, prin răsucirea cheii de comandă *K* și apăsarea pe butonul *2b* pentru pornirea ciclului. Prin butonul *2b* se alimentează electromagnetul *1E*, care aduce în poziție de lucru dispozitivul de ghidare a sculei *Ds* (fig. 2.22, *b*) poziție care este confirmată de acționarea limitatorului L_1 al cărui contact se închide. Totodată prin butonul *2b* se alimentează și releul *3R*, ale cărui contracte $3R_1$ și $3R_2$ permite alimentarea contactoarelor *1C*, care comandă punerea în funcțiune a motoarelor M_1 pentru antrenarea sculei și a motorului M_2 pentru antrenarea pompei de răcire, precum și a contactorului *2CD* care comandă sensul de rotire al motorului M_3 pentru avans rapid, respectiv retragerea rapidă a capului de forță.

Prin legătura cinematică descrisă, între cele două came K_1, K_2 și pîrghia *P*, este acționat în primul rînd, imediat după plecarea în avans, limitatorul L_0 care împreună cu contactul de menținere $1C_4$ menține alimentarea contactorului *1C*. Datorită avansului capului de forță, a doua treaptă a camei K_2 acționează limitatorul L_1 care pentru moment nu dă nici-o comandă. Cînd cama glisantă *Kg* calcă pe pîrghia *P*, este acționat limitatorul L_2 al cărui contact L_2 întrerupe alimentarea contactorului *2CD* și prin urmare a motorului M_3. Încetează astfel avansul rapid al capului de forță care intră în avans tehnologic, antrenat fiind numai de către motorul M_1. Concomitent, celălalt contact al limitatorului L_2 se închide și acționează releul de timp *RT*.

După un timp determinat, în care scula pătrunde pe o mică adîncime în piesă, contactele RT_1 și RT_2 ale releului *RT* se închid și, ca urmare, prin RT_1 se alimentează releul de memorie *RM*, iar prin RT_2 se alimentează contactorul *2CS* care comandă astfel motorul M_3 pentru retragerea rapidă a capului de forță.

În timp ce capul de forță se află în avans tehnologic, adică în momentul cînd cama glisantă *Kg* acționează pîrghia *P* și pînă se închid contactele releului de timp *RT*, cama glisantă *Kg* este împinsă înapoi în această nouă poziție. Cînd datorită retragerii capului de forță limitatorul L_1 este eliberat, contactul său L_1 se deschide, întrerupe alimentarea contactorului *2CS* și astfel și funcționarea motorului M_3. Încetează atunci retragerea capului de forță. Concomitent, contactul L_1 se închide și permite alimentarea electromagnetului *2E* care antrenează dispozitivul de ghidare *Ds*.

În noua poziție dispozitivul închide limitatorul *2B*.

Prin L_1 se alimentează și releul intermediar *4R* prin al cărui contact $4R_2$ se acționează contactorul *2CD* și astfel motorul M_3 este pornit în sensul care dă avansul rapid al capului de forță.

O dată cu acționarea releului de memorie *RM* se închide și contactul său RM_3 și la închiderea lui $2CD_5$ care alimentează contactorul *3C*, permițînd astfel pornirea motorului pentru rotirea piesei M_4.

Datorită deplasării înapoi a camei glisante *Kg* capul avansează rapid pînă în poziția în care se afla cînd a terminat avansul tehnologic la prelucrarea anterioară.

Avansurile se reiau și cresc pînă cînd se termină operația de găurire, avansul tehnologic este oprit prin limitatorul L_3 care este acționat de cama K_2. Limitatorul L_3 se deschide și întrerupe alimentarea releului de memorie *RM*. Contactul RM_6 se închide și acționează contactorul *2CS*, care pornește motorul M_3 în sensul de retragere rapidă a capului de forță. Cînd în retragere, limitatorul L_1 este eliberat, contactul L_1 al acestuia deschizîndu-se nu mai poate întrerupe alimentarea lui *2CS*, deoarece ea se face prin RM_6 și $3C_5$. Capul de forță continuă să se retragă pînă la eliberarea limitatorului L_0 care, deschizîndu-se, întrerupe alimentarea contactorului *1C* oprind astfel motorul M_1 și prin contactul $1C_6$, declanșează contactorul *3C*, oprind astfel motorul M_4. Deschizîndu-se $3C_5$, se declanșează *2CS* și astfel motorul M_2 se oprește. Capul de forță se află în poziție inițială retras, în care se poate face înlocuirea piesei și eventual a sculei. Un nou ciclu începe prin apăsarea pe butonul *2b*.

În cursul ultimei retrageri rapide, tamponul *T* împinge în poziția inițială cama glisantă *Kg*. Limitatorul de siguranță *LS* întrerupe deplasările în avans și retragere, fiind acționat de către camele *CA* și respectiv *CR*, cînd aceste deplasări depășesc limitele admisibile.

Circuitul de automatizare fiind sub tensiune, adică *2R* anclașat, se poate roti cheia de comandă *K* în poziția de reglare, în care contactele se închid și astfel releul de reglare *1R* este acționat. Atunci contactele sale normal deschise, $1R_1$, $1R_2$ și $1R_3$ se închid și permit darea de comenzi cu butoanele de reglare *4b*, *5b*, *6b* și *7b*. La fiecare oprire, motorul M_3 este frînat rapid cu ajutorul frînei electromagnetice *FE*.

Punerea sub tensiune a schemei este semnalizată cu ajutorul lămpii de semnalizare *h*.

Protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor prelungite se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și a releelor termice *Rt*.

În fig. 2.23 este reprezentată schema de comandă a unui cap de forță pentru filetare, la care avansul de apropiere este realizat de către o sanie hidraulică. La acest cap de filetare, sania se deplasează cu avans rapid și apoi cu avans lent de apropiere, pînă la un tampon. Apoi intră în funcțiune capul de filetare, permițînd rotirea sculei

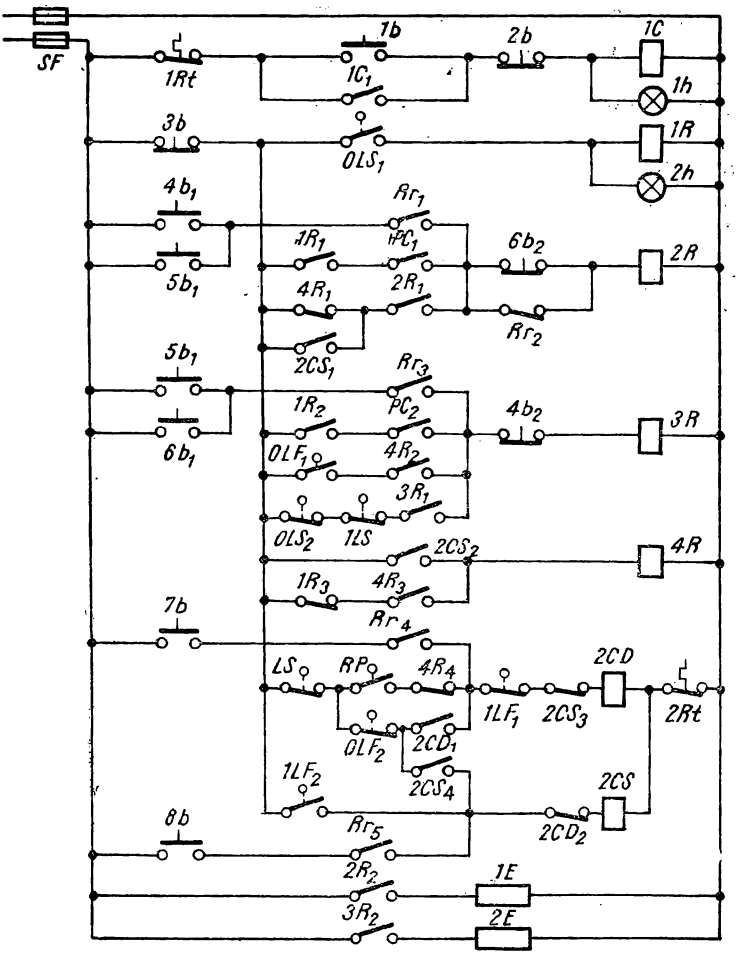


Fig. 2.23. Schema de comandă a unui cap de forță pentru filetare cu avansul de apropiere realizat de către o sanie hidraulică.

și deplasarea ei în sensul avansului realizînd prin aceasta operația de filetare, după care se retrage, rotindu-se în sens invers, pentru a ieși din filetul realizat. Cînd scula a revenit în poziția inițială, sania cu capul de filetare se retrage. Acționarea este în așa fel realizată, încît pe toată perioada de lucru cît are loc funcționarea capului de forță, sania stă împinsă în tampon.

Capul de forță este prevăzut cu două motoare; unul antrenează pompa hidraulică și este comandat de către contactorul *1C*, iar celălalt asigură antrenarea sculei în ambele sensuri și este comandat de contactorul *2CD* și respectiv *2CS*. Prin intermediul electromagneților *1E* și *2E*, care lucrează contra arc, sînt comandate sertarele instalației hidraulice, în vederea obținerii avansului rapid al saniei trebuie *1E* și *2E* anclanșați; pentru avansul lent al saniei este necesar *1E* anclașat; pentru retragerea rapidă trebuie *2E* anclașat, și pentru stop, *1E* și *2E* dezanclașați.

Pornirea în ciclu automat a unității se face prin intermediul unui releu de pornire a ciclului comandat în afara schemei din fig. 2.23, ale cărui contacte PC_1 și PC_2 închid circuitele de alimentare ale releelor *2R* și *3R*, și ca urmare electromagneții *1E* și *2E* se anclașează și sania avansează rapid. După plecarea saniei din poziția inițială se deschide limitatorul *OLS*, și ca urmare releul *1T* ale cărui contacte $1R_1$ și $1R_2$, deschise acum, nu mai permit comanda unității de către contactele PC_1 și PC_2. Releele *2R* și *3R* se mențin acționate prin contactele de menținere $2R_1$ și $3R_1$.

Cînd în deplasarea sa, sania acționează limitatorul *1LS*, se deschide releul *3R* și se declanșează astfel electromagnetul *2E*. Rămîne anclașat electromagnetul *1E* și sania avansează lent pînă cînd este oprită de către un tampon mecanic. Presiunea crește în instalația hidraulică și prin aceasta este astfel acționat releul de presiune *RP*, care închide circuitul de alimentare al contactorului *2CD*, prin intermediul căruia se comandă acționarea motorului pentru antrenarea sculei, respectiv rotirea și avansul de lucru al sculei. Scula execută filetarea și avansează pînă cînd dispozitivul mecanic de avans al sculei acționează dublu *1LF*, și ca urmare contactul $1LF_1$, întrerupe alimentarea lui *2CD*, motorul sculei oprindu-se.

Concomitent însă, $1LF_2$ se închide și se alimentează astfel contactorul *2CS* care pornește motorul sculei în sens invers favorizînd astfel retragerea sculei.

După eliberarea limitatorului *1LF* care se află la cap de cursă, alimentarea contactorului *2CS* se menține prin $2CS_4$, pe linia *LS*; OLF_2, $2CS_4$ și $2CD_2$.

Cînd scula s-a retras complet este acționat limitatorul dublu *OLF*. Deschizîndu-se OLF_2 se întrerupe alimentarea contactorului *2CS* și oprește astfel motorul sculei, iar OLF_1, închizîndu-se, acționează releul *3R* și astfel, prin contactul $3R_2$, electromagnetul *2E*. Se observă că atunci cînd contactorul *2CS* era închis (la retragerea sculei), contactul său $2CS_2$ închis a permis alimentarea releului de memorie *4R*, din care cauză contactul acestuia $4R_2$, se închide și asigură la

acționarea lui OLF_1, anclașarea lui *3R*, iar contactul releului de memorie $4R_1$ se deschide, în acest caz alimentarea releului *2R* menținîndu-se prin *2CS*, pînă cînd se termină retragerea sculei și deschide contactorul *2CS*, prin urmare, odată cu contactorul *2CS* se deschide releul *2R* și se dezanclașează electromagnetul *1E*.

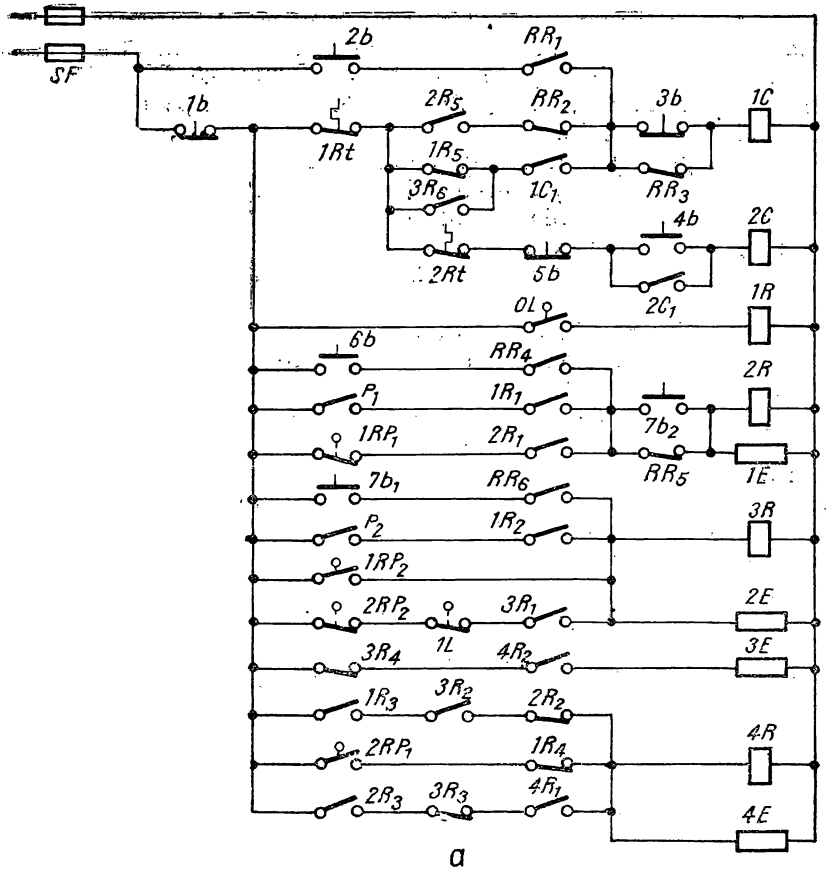
În situația cînd electromagneții *2E* sînt în poziția anclașat și *1E* dezanclașat, în circuitul hidraulic se obține retragerea rapidă a saniei pînă cînd ajungînd în poziția inițială de repaus este acționat limitatorul *OLS*. Cînd limitatorul OLS_2 se deschide, dezanclașează releul *3R*, deci și electromagnetul *2E*. Mașina situîndu-se acum în poziția *„STOP"*, contactul OLS_1 închis face să se aprindă lampa *2h* care semnalizează că unitatea se află în poziția *„retras"*. Limitatorul de siguranță *LS* pe ramura comună de alimentare a contactoarelor *2CD* și *2CS* este acționat de către o camă, în cazul în care deplasările sculei depășesc accidental limitele normale ale ciclului automat.

Contactele normal închise *2CD* și *2CS* împiedică închiderea concomitentă a contactoarelor *2CD* și *2CS* pentru a se evita, astfel un scurtcircuit pe circuitul de alimentare al motorului pentru antrenarea sculei. Ca și în cazul unității prezentate anterior, o serie de butoane de comandă *3b*, *4b*, *5b*, *6b*, *7b*, și *8b* permit comenzile necesare numai în regimul de reglare, datorită contactelor releului de reglare $Rr_1 \ldots Rr_5$, care izolează aceste butoane în regim automat pentru a se evita eventualele accidente sau avarii.

Așa cum s-a arătat mai înainte în cazul mașinilor-unelte agregate, unitățile de lucru, în afară de operațiile de găurire, filetare, alezare etc., pot executa și operații de strunjire sau frezare.

În figura 2.24 este reprezentată schema electrică de comandă a unui cap de forță pentru strunjire radială cu avansul longitudinal realizat de către o sanie hidraulică. Ciclul de lucru al unei astfel de unități este : avans rapid de apropiere *AR*, avans lent *AL* pînă la oprirea la tampon, avans tehnologic radial *ATR*, în care fază are loc procesul de așchiere, retragerea rapidă a capului *RC* și retragerea sculei *RS* (fig. 2.24, *b*). Instalația hidraulică este prevăzută cu patru sertare acționate de către electromagneții contra arc *1E*, *2E*, *3E* și *4E*, care pentru a determina realizarea ciclului menționat trebuie să lucreze conform schemei de comenzi în instalația hidraulică prezentată în fig. 2.24, *a*.

Motorul pompei panoului hidraulic este comandat de către contactorul *2C*, pornirea și oprirea făcîndu-se prin apăsarea pe butoanele *4b*, respectiv *5b*. Motorul pentru antrenarea sculei este comandat de către contactorul *1C*. Schema electrică de comandă a unității de lucru prezentate primește comanda de pornire a ciclului de lucru



a

Comenzi în instalația hidraulică

Nr. crt.	Denumirea fazei	Comandă				Execută			
		0L	1L	1RP	2RP	1E	2E	3E	4E
1	Avans rapid (AR)	Extern				+	+	—	—
2	Avans tehnologic lent longitudinal (ALL)		▨			+	—	—	—
3	Avans tehnologic radial (ATR)				▨	+	—	+	+
4	Retragere cap (RC)			▨		—	+	—	—
5	Retragere sculă (RS)	▨				—	+	—	+
6	Stop				▨	—	—	—	—

b

Fig. 2.24. Schema electrică de comandă a unui cap de forță pentru strunjire radială cu avansul longitudinal realizat de către o sanie hidraulică.

de la un releu de pornire *RP* din afara schemei prin ale cărui contacte normal deschise P_1 și P_2 se acționează releele *2R* și *3R*, și prin acestea electromagneții *1E* și *2E*, favorizînd astfel pornirea cu capul de forță în avans rapid.

Motorul pentru antrenarea sculei, comandat de către contactorul *1C*, pornește odată cu pornirea unității de lucru în avans atunci cînd contactul normal deschis $2R_5$ al releului *2R* este acționat. Prin contactul normal închis $1R_5$, comanda funcționării motorului de antrenare a sculei se menține pînă la retragerea saniei pe poziția de repaus.

Plecînd din poziția de repaus sania eliberează limitatorul *OL*, iar releul *1R* declanșează. Ca urmare se deschid contactele $1R_1$ și $1R_2$ și astfel comenzile ce s-ar mai da, după pornire, prin contactele P_1 și P_2 rămîn ineficiente. Releele *2R* și *3R* se mențin anclașate prin contactele de menținere $2R_1$ și $3R_1$. În avansul său rapid, sania acționează cu o camă basculantă limitatorul *1L* care întrerupe alimentarea releului *3R*, declanșîndu-se astfel electromagnetul *2E*.

Se vede din schemă că numai prin *1E* acționat, sania avansînd lent, se apropie astfel de un tampon în care fiind împinsă, presiunea uleiului crește pînă la o valoare la care acționează releul de presiune *2RP* care, prin contactul său $2RP_1$, acționează releul *4R* și prin intermediul acestuia electromagneții *3E* și *4E*. Începe astfel avansul tehnologic radial al sculei, fază în care, pe lîngă mișcarea de rotație, cuțitul primește și un avans radial și execută strunjirea radială, pînă cînd oprit la tampon determină creșterea presiunii uleiului pe un circuit pe care se află releul de presiune *1RP*.

Contactul $1RP_1$ al acestui releu întrerupe alimentarea releului *2R* și declanșează astfel electromagnetul *1E*, încetinind astfel împingerea saniei în tampon.

Această împingere a fost necesară în timpul fazei de așchiere radială pentru ca unitatea să nu fie deplasată înapoi de către forțele reactive din procesul de așchiere. Contactul $1RP_2$ se închide anclașînd releul *3R* și determină prin electromagnetul *2E* retragerea saniei pe care este montat capul, fază notată cu *RC*.

Ajungînd pe poziția *„retras"*, sania acționează limitatorul *OL* anclașînd astfel releul *1R* al cărui contact $1R_3$ se închide și acționează prin releul *4R* electromagnetul *4E*. Începe atunci retragerea sculei pînă la poziția sa inițială la care, oprindu-se, de asemenea, la un tampon, presiunea crește și acționează din nou releul de presiune *2RP*. De data aceasta, *2RP* întrerupe alimentarea releului *3R* și prin el anclașează electromagnetul *2E*. Contactul $3R_2$, deschizîndu-se, favorizează întreruperea alimentării releului *4R* și declanșează astfel și electromagnetul *4E*, instalația fiind trecută de astă dată în faza

„*stop*". Un nou ciclu începe, după înlocuirea piesei, printr-o altă comandă dată prin contactele P_1 și P_2 de pornire a ciclului. Butonul *1b* oprește la nevoie unitatea de lucru în orice fază de lucru. Pentru ca mașina să fie comandată în regim de reglare se acționează releul de reglare *RP* cu contactele sale *RR 1—RR 6*, pe poziția „*REGLARE*".

În această situație, motorul pentru antrenarea sculei poate fi pornit prin butoanele *2b*, respectiv *3b*. Se vede că în regim automat contactul RR_3 este închis, apăsarea pe butonul *3b* nu mai are eficiență, adică nu mai poate fi oprită rotirea sculei, oprire care în faza de avans tehnologic ar avaria mașina și ar rebuta piesa. Cu ajutorul butonului *6b* se permite comanda avansului unității, iar cu *7b* retragerea acesteia în regim de reglare. Alimentarea electromagneților se face ca și circuitul de comandă la tensiunea de 220 V în curent alternativ.

2.3. UTILAJE ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA METALELOR PRIN ELECTROEROZIUNE ȘI PRIN ULTRASUNETE. PRINCIPII FUNCȚIONALE ȘI SCHEMELE ELECTRICE DE ACȚIONARE

Folosirea energiei electrice direct la prelucrarea metalelor face parte din procedeele tehnologice moderne. Metoda de prelucrare prin electroeroziune se realizează prin provocarea unei descărcări electrice pe o suprafață redusă. Descărcarea electrică este considerată ca fiind trecerea instantanee sau continuă a unui curent electric printr-un dielectric, trecerea fiind determinată de starea de mișcare a ionilor și electronilor prin spațiu cuprins între electrozi. În cazul prelucrării prin electroeroziune a unei piese metalice (fig. 2.25) schema cuprinde

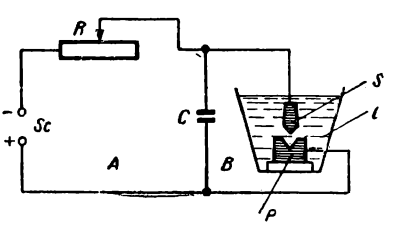


Fig. 2.25. Schema principală a prelucrării prin electroeroziune.

două circuite principale și anume : circuitul *A* numit circuit de încărcare sau alimentare și circuitul *B* numit circuit de descărcare. Ambele circuite au o ramură comună în care se găsește condensatorul sau bateria de condensatoare *C* cu capacitatea variabilă. Circuitul de încărcare *A* este alimentat de la sursa *Sc* de curent continuu (generator, redresor etc.). În circuit se găsește reostatul de reglare *R*. Piesa *P* reprezintă anodul instalației, fiind legată de polul pozitiv, iar scula de lucru *S*, catodul, fiind legată la polul negativ. Ambii electrozi sînt cufundați într-un dielectric lichid *L*, numit lichid de lucru, care poate fi petrol lampant, uleiuri minerale, ulei de transformator amestecat cu petrol lampant etc.

Efectele mai importante ale lichidului sînt :

— evitarea lipirii pulberii metalice pe suprafața utilă a sculelor de lucru, păstrîndu-se în felul acesta cît mai mult dimensiunile sculelor ;

— creșterea rigidității dielectrice a mediului care înconjoară electrozii, ceea ce are ca efect mărirea capacității de eroziune, descărcărilor și stingerea rapidă a arcului electric ce eventual s-ar produce ;

— producerea unei vaporizări a lichidului, ceea ce intensifică fenomenul exploziv de aruncare a particulelor de metal topit ;

— răcirea porțiunilor prelucrate ale piesei.

În general, mașinile de prelucrat prin electroeroziune sînt similare mașinilor-unelte clasice. În ce privește generarea suprafețelor, la aceste tipuri de mașini se realizează ca și la mașinile-unelte clasice, din mișcări simple : rectilinii continue, de rotație, rectilinii alternative etc. Combinarea acestor tipuri de mișcări favorizează realizarea prin prelucrare electrocorozivă a unei game foarte variate de suprafețe simple sau complexe.

În funcție de posibilitățile de realizare a diferitelor profile mașinile de prelucrat prin electroeroziune se pot încadra în trei grupe mari și anume :

— mașini-unelte pentru prelucrarea prin electroeroziune a găurilor și profilelor ;

— mașini-unelte pentru tăierea metalelor prin electroeroziune ;

— mașini-unelte specializate pentru anumite operații de prelucrare prin electroeroziune (rectificări, filetări etc.).

În figura 2.26 este reprezentată schema electrică a mașinii de prelucrat prin electroeroziune tip EISK-3 utilizată pentru prelucrarea găurilor și pentru operații de poansonare.

Principalele caracteristici ale mașinii sînt :

— puterea : 10 kW ;

— numărul de trepte ale capacităților de lucru : 7 ;

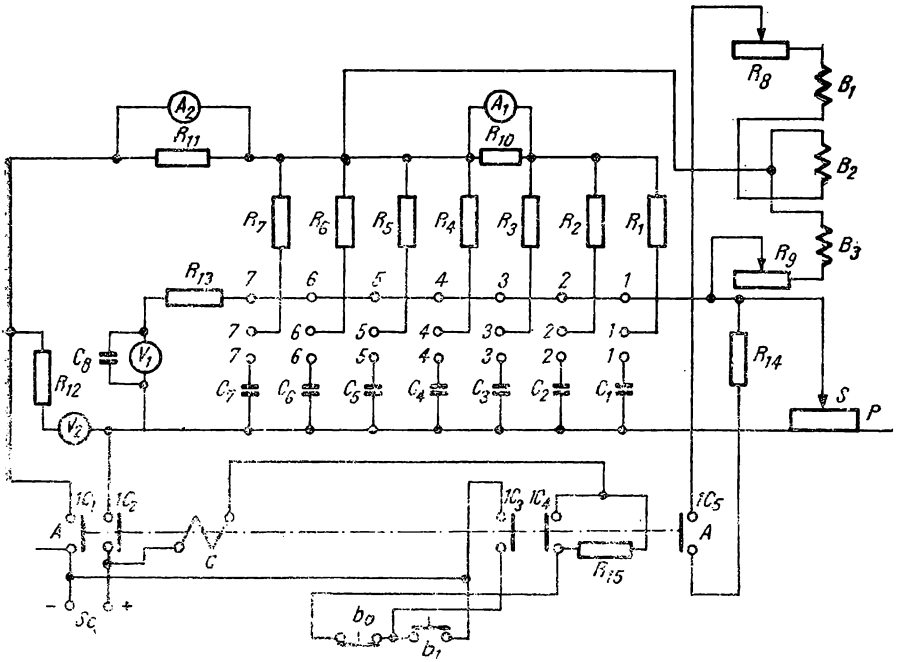


Fig. 2.26. Schema electrică a mașinii de prelucrat prin electroeroziune tip EISK-3.

— capacitățile celor 7 trepte de reglare : 2 ; 6 ; 12 ; 48 ; 68 ; 96 ; 168 μF ;

— intensitatea curentului corespunzător celor 7 trepte de reglare : 0,4 ; 1 ; 2 ; 6 ; 10 ; 20 A ;

— valoarea rezistențelor pentru cele 7 trepte de reglare : 550 ; 220 ; 110 ; 27 ; 22 ; 11 Ω ;

— curentul maxim de scurtcircuit : 60 A ;

— curentul minim : 0,4 A ;

— tensiunea de alimentare : 220 V ;

— intensitatea maximă de detașare a metalului : 334 mm^3/min

— regulator automat : electrodinamic

— volumul băii : 60 l.

Schema electrică a mașinii (fig. 2.26) cuprinde trei bobinaje B_1, B_2 și B_3 ale regulatorului automat electrodinamic. Bobina B_1 este fixă, are 12 000 spire și rezistența de 350 Ω . Bobina B_2 este mobilă fiind solidară cu tija electrodului sculă S; această bobină are 950 spire și rezistența de 24 Ω . Forțele electrodinamice dintre bobinele

B_1 și B_2 servesc pentru compensarea greutății regulatorului și a tijei electrodului sculă. Bobina B_3 este, de asemenea, solidară cu tija electrodului sculă numărul său de spire este 5000, iar rezistența 580 Ω. Forțele electrodinamice dintre bobinele B_1 și B_3 servesc pentru obținerea unei distanțe medii constante între electrodul sculă S și electrodul piesă P — în timpul lucrului.

Alimentarea se realizează de la sursa de curent continuu de 220 V. Reostatele R_8 de 650 Ω și R_9 de 700 Ω servesc pentru reglarea curentului în bobinele B_1, B_2 și B_3. Tensiunea circuitelor de încărcare și descărcare se citește cu ajutorul voltmetrelor V_1 și V_2, iar intensitatea curentului pentru regimurile de lucru (brute și de semifinisare) cu ajutorul ampermetrelor A_1 și A_2.

Pentru pornirea mașinii se apasă pe butonul de pornire b_1 cu revenire automată în poziția deschisă cînd nu mai este acționat. Închiderea butonului b_1 face ca bobina $1C$ a unui contactor să fie parcursă de curent și să deplaseze axul A—A, închizînd contactele normal deschise $1C_1$, $1C_2$, $1C_3$ și deschizînd contactele normal închise $1C_4$ și $1C_5$. Închiderea contactelor C_1 și C_2 face legătura mașinii cu sursa de curent continuu Sc. Închiderea contactului $1C_3$ de blocare, permite trecerea curentului prin bobina $1C$ după eliberarea butonului b_1. Deschiderea contactului $1C_4$ introduce în circuitul bobinei C rezistența R_{15}, iar deschiderea contactului $1C_5$ scoate rezistența R_{14} din circuit. Stabilirea unui anumit regim de funcționare se realizează cu ajutorul bornelor triple *1*—*7*.

Prin intermediul unei manete se pot lega între ele, de exemplu, cele trei borne *3*. Prin aceasta se introduce în circuitul de încărcare rezistența R_3 și în circuitul de descărcare condensatorul C_3, ceea ce corespunde unui anumit regim de funcționare. Dacă se conectează între ele cele trei bobine *5*, în circuitul de încărcare se vor găsi rezistențele R_3 și R_5 legate în paralel, iar în circuitul de descărcare condensatoarele C_3 și C_5 legate în paralel, ceea ce corespunde unui alt regim de funcționare. Mașina poate realiza 55 regimuri de funcționare prin diferite combinații între bornele triple.

Pentru oprirea mașinii se apasă pe butonul de oprire B_0. Prin aceasta se întrerupe trecerea curentului prin bobina $1C$ și se deconectează mașina de la sursa de curent Sc.

Pentru tăierea sau prelucrarea pieselor metalice cu configurație complicată, precum și pentru ascuțirea diferitelor tipuri de scule, în practică sînt utilizate mașini-unelte de prelucrat prin electroeroziune de tipul anodo-mecanic, la care electrodul sculă este de forma unui disc metalic.

Echipamentul electric al acestor tipuri de mașini cuprinde partea tehnologică de curent continuu și partea de acționare obișnuită

de curent alternativ trifazat. Pentru producerea curentului continuu este indicată utilizarea unui redresor mecanic sau cu seleniu, deoarece curentul redresat împiedică apariția unor arcuri stabile între electrozi, ceea ce permite să se lucreze cu tensiuni suficient de mari.

Redresorul se alimentează de la rețeaua trifazată.

În fig. 2.27 este reprezentată schema electrică de acționare a mașinii semiautomate anodo-mecanice tip 4821 utilizată pentru realizarea unor cavități profilate, operații de găurire sau scoaterea de scule rupte din piese.

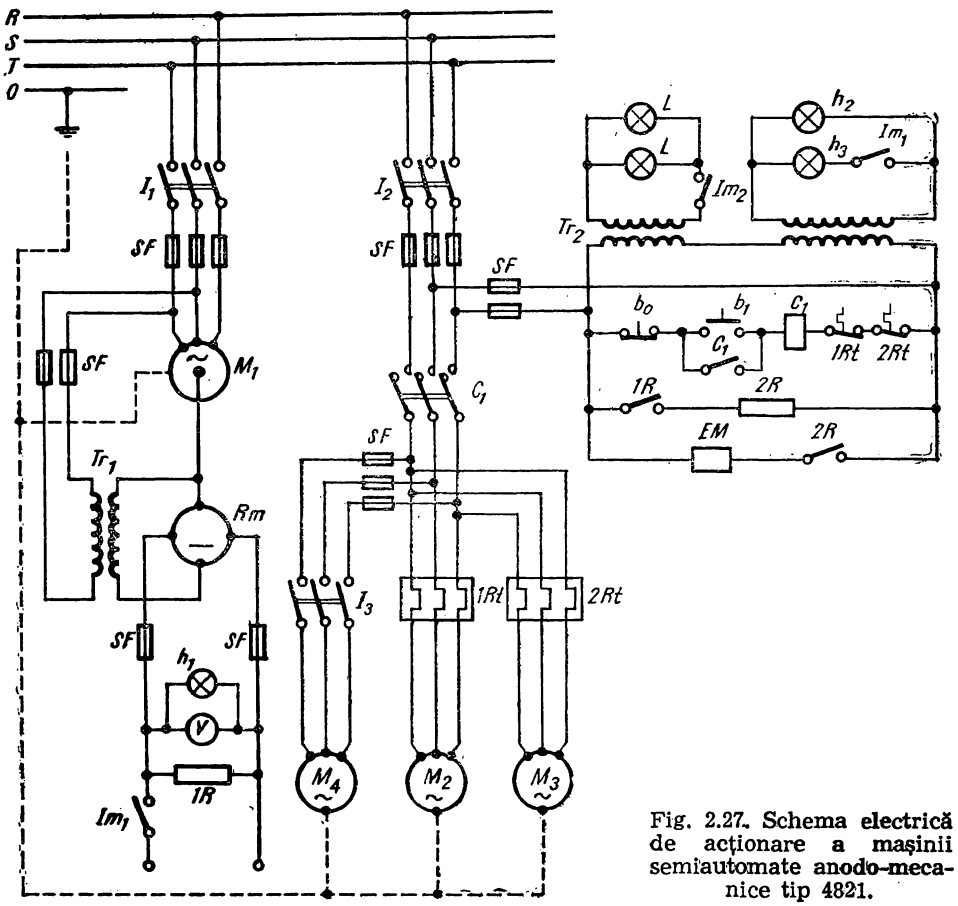


Fig. 2.27. Schema electrică de acționare a mașinii semiautomate anodo-mecanice tip 4821.

Echipamentul electric de acționare a mașinii cuprinde următoarele motoare electrice de acționare :

— un motor electric asincron trifazat M_1 de 1,5 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, cu turația de 1500 rot/min, utilizat pentru acționarea redresorului mecanic *Rm*;

— un motor electric asincron trifazat M_2 de 0,8 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, cu turația de 1000 rot/min, utilizat pentru acționarea sculei (discului rotitor);

— un motor asincron trifazat M_3 de 1,2 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, cu turația de 1500 rot/min, utilizat pentru acționarea sistemului hidraulic în vederea automatizării avansului;

— un motor asincron trifazat M_4, de 0,15 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, cu turația de 3000 rot/min, utilizat pentru acționarea pompei de circulație a lichidului de lucru.

Punerea în regim de lucru a schemei se realizează prin cuplarea întrerupătorului tripolar I_1, prin intermediul căruia motorul M_1, fiind pus sub tensiune, acționează redresorul mecanic *Rm* alimentat de secundarul transformatorului Tr_1. Funcționarea circuitului de curent continuu fiind semnalizată prin aprinderea lămpii roșii de semnalizare h_1. Pentru punerea în funcțiune a acționării mașinii-unelte se cuplează întreruptorul tripolar I_2, semnalizarea funcționării mașinii fiind realizată prin aprinderea lămpii de semnalizare h_2, pusă sub tensiune de secundarul transformatorului Tr_2.

Pentru închiderea circuitului de curent continuu al mașinii se manevrează întreruptorul monopolar Im_1. Închiderea întreruptorului Im_1 provoacă închiderea contactului normal deschis S și aprinderea lămpii de semnalizare verde h_3, alimentată de secundarul transformatorului Tr_2.

Pentru pornirea mașinii se apasă pe butonul de pornire b_1, favorizînd astfel trecerea de curent prin bobina C_1 a unui contactor, iar contactele sale normale deschise C_1 și C_2 se închid. Închiderea contactului C_1 permite trecerea curentului prin bobina C și după eliberarea butonului b_1.

Închiderea contactelor C_2 pune în funcțiune motorul M_2 pentru acționarea sculei (discului rotitor) și motorul M_3 al sistemului hidraulic. Se cuplează apoi întreruptorul tripolar I_3 prin intermediul căruia se pune în funcțiune M_4, care antrenează pompa pentru lichidul de lucru.

În cazul cînd este necesar un iluminat local al mașinii-unelte, se închide întreruptorul monopolar Im_2 prin intermediul căruia se asigură aprinderea lămpilor de iluminat L.

Dacă tensiunea redresată se micșorează, bobina $1R$ a unui releu de tensiune închide contactul său $1R$, ceea ce face ca bobina $2R$ a

unui al doilea releu să fie parcursă de curent. Din această cauză se închide contactul normal deschis *2R*, iar electromagnetul *EM*, fiind străbătut de curent, acționează asupra sistemului hidraulic în sensul mișcării avansului. Cînd tensiunea redresată revine la normal, electromagnetul *EM* este scos din funcțiune, asigurînd astfel aducerea avansului, la valoarea sa normală.

Pentru oprire se apasă pe butonul b_0. Bobina *C* nemaifiind parcursă de curent contactele normal deschise C_2 se deschid, determinînd astfel scoaterea din funcțiune a motoarelor M_2, M_3 și M_4. Întreruperea curentului în circuitul de curent continuu se obține prin decuplarea întreruptorului I_1. În caz de suprasarcină prelungită la motoarele M_2 sau M_3, grupul de relee termice *1Rt* sau *2Rt* provoacă deschiderea contactelor *1Rt* sau *2Rt* și respectiv oprirea motoarelor M_2 sau M_3. Protecția împotriva scurtcircuitelor echipamentului electric se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF*.

Pentru prelucrarea pieselor din materiale cu o duritate extrem de mare și foarte casante ca : aliaje metalo-ceramice, carburi : wolframice, de titan, germaniu, siliciu, sticlă, diamant, cuarț etc., procedeele mecanice obișnuite prezintă mari dificultăți, prelucrările neputînd asigura calitatea și preciza corespunzătoare. Pentru a preîntîmpina acest incovenient, în practică s-a recurs la prelucrarea cu ultrasunete, care se realizează prin dispersarea materialului cu ajutorul sculei vibratoare, prin intermediul căreia se transmit vibrațiile într-un mediu lichid în care se găsește pulbere abrazivă.

Ca lichid de lucru se utilizează de obicei apa, deoarece procesul de prelucrare se desfășoară mult mai rapid în apă decît în alte lichide ca : alcool etilic, petrol lampant etc.

Pulberile abrazive utilizate mai frecvent sînt : carbura de bor și carbura de siliciu.

Avantajele principale ale prelucrării prin ultrasunete sînt :

— posibilitatea de a prelucra, în mod simplu, forme complicate în piese conducătoare sau dielectrice cu duritate mare și casante, asigurîndu-se precizia ridicată ;

— menținerea nemodificată a structurii materialului.

În fig. 2.28 este reprezentată mașina de prelucrat prin ultrasunete utilizată pentru prelucrarea pieselor din sticlă, alnico, ceramică, wolfram, titan, safir etc. Construcția mașinii este realizată din mașina propriu-zisă, grupul motopompă și generatorul electronic.

Puterea maximă a traductorului cu magnetostricțiune (fig. 2.29), este 480 W, iar frecvența ultrasonoră de 25 kHz, vibratorul *V* al traductorului este realizat din nichel pur. Concentratorul *C* este demontabil.

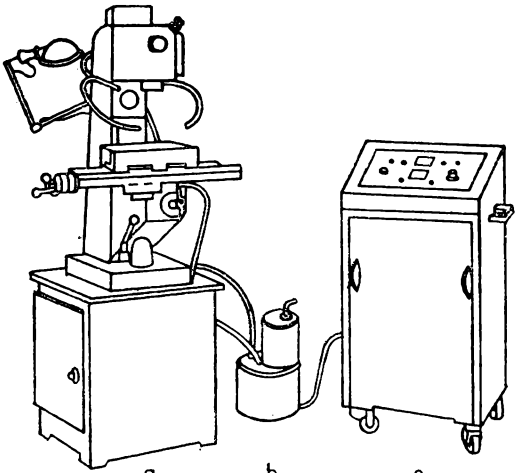


Fig. 2.28. Mașina de prelucrat prin ultrasunete Rd 12.

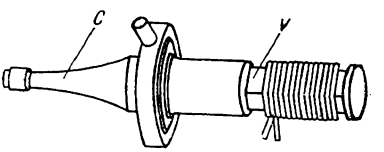


Fig. 2.29. Traductorul cu magnetostricțiune al mașinii Rd 12.

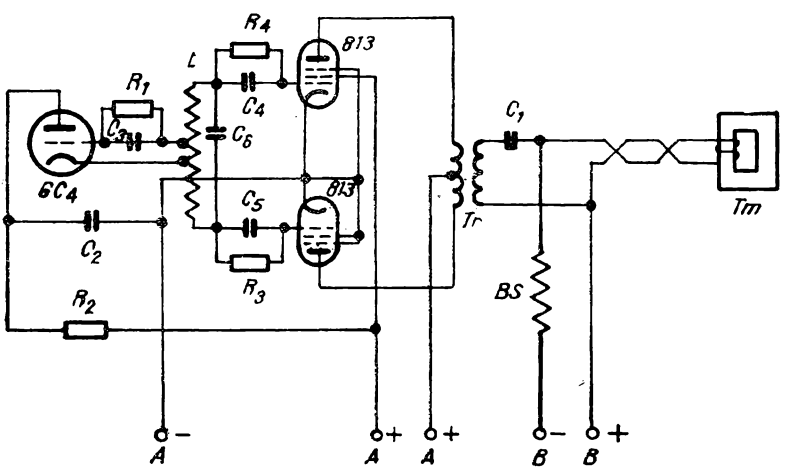


Fig. 2.30. Schema electrică a generatorului electronic al mașinii Rd 12.

Schema electrică a generatorului electronic (fig. 2.30) cuprinde un oscilator pilot și un amplificator de putere. Oscilatorul pilot este realizat cu un tub 6C4. Schimbarea frecvenței și acordarea de rezonanță se realizează cu ajutorul unei bobine L de inductanță variabilă.

Amplificatorul de putere este constituit din două pentode 813 care lucrează în contratimp și alimentează prin intermediul transformatorului Tr traductorul cu magnetostricțiune Tm.

Generatorul se alimentează de la bornele de curent continuu A, iar alimentarea de premagnetizare de la bornele de curent continuu B. Deoarece curentul alternativ de excitație și curentul continuu de premagnetizare parcurg aceeași bobină a traductorului Tm, se prevede condensatorul de blocare C_1 și bobina de șoc Bs.

2.4. PRESE, ȘTANȚE, GHILOTINE ȘI MAȘINI DE FORMAT. PRINCIPII DE FUNCȚIONARE ȘI SCHEME ELECTRICE DE ACȚIONARE

Prelucrarea prin presare a materialelor constituie unul din procedeele tehnologice cu aplicabilitatea din ce în ce mai mare în industrie, atît în producția de serie mare sau de masă cît și în producția de serie mică sau de unicate. Acest procedeu este caracterizat prin aceea că asigură o economie de material și de timp, precum și o gamă mare de operații realizate concomitent.

Pentru executarea diferitelor operații de ștanțare, matrițare la rece sau la cald, precum și a operațiilor de tăiere și formare a materialelor, se folosesc utilaje de presare și tăiere cum sînt : prese de diferite tipuri, ghilotine, mașini de format și îndoit etc.

În cele ce urmează se analizează schemele electrice de acționare ale cîtorva tipuri de utilaje de formare, tăiere și presare, care sînt frecvent utilizate în atelierele mecanice cu procese tehnologice de tăiere și presare.

2.4.1. PRESE MECANICE

Un tip de prese mecanice frecvent folosite pentru operații de ștanțare și matrițare a pieselor sînt presele cu excentric cu forțe de presare pînă la 630 KN (de tipul PA/6,3 PELI 63 etc.).

Mișcarea rectilinie în plan vertical a berbecului presei în care se fixează matrița este realizată cu ajutorul mecanismului cu excentric, acționat de un motor electric asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit *M* având putere de 4 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V și turația de 1 000 rot/min (pentru presa PAI 6,3, puterea motorului de antrenare este de 0,75 kW).

Schema instalației electrice pentru acționarea acestor tipuri de prese este reprezentată în fig. 2.31.

Pornirea și oprirea motorului *M* de acționare se realizează cu ajutorul unui întreruptor *Ip*, care permite anclașarea sau declanșarea motorului la rețeaua de alimentare. Acționarea contactorului C se face de la distanță cu ajutorul butoanelor de pornire b_1, respectiv a butonului de oprire b_0, care se află montate într-o casetă fixată pe partea frontală a batiului presei. Protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor sau a suprasarcinilor se face cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și a blocului de relee termice *Rt*.

Aparatajul electric de comandă și protecție a echipamentului electric este montat pe un panou care se fixează într-o nișă în batiul mașinii.

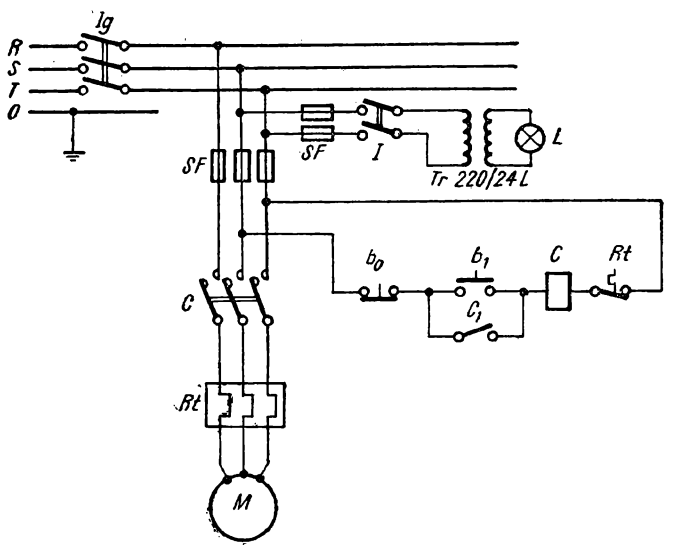


Fig. 2.31. Schema electrică a presei mecanice cu excentric de 63 tf PAI-6,3.

În fig. 2.32 (planșă) este reprezentată schema electrică de acționare a presei cu excentric înclinabilă de 100 tf tip PELI 100, cu acționare electropneumatică utilizată pentru operații de ștanțare, matrițare și formarea pieselor.

Acționarea mecanismelor pentru mișcarea rectilinie a berbecului presei se realizează cu ajutorul unui motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit M, de 10 kW, la tensiune de 220/380 V și turația de 1 500 rot/min. Restul echipamentului electric rezultă din schema electrică de acționare.

Punerea în funcțiune a presei se poate face numai după ce întreruptorul general *I* a fost conectat la rețeaua de alimentare, punînd astfel sub tensiune dulapul cu aparatele electrice de comandă. După punerea schemei sub tensiune, cheia de comandă *CHc* de la dulap se trece pe poziția *„sens normal"*. Se introduce apoi cheia de contact *CHc* de pe cutia cu aparate și se conectează tensiunea de comandă. Punerea dulapului cu aparate sub tensiune este semnalizată prin aprinderea lămpii de semnalizare h_2 de pe dulap. După punerea sub tensiune a schemei, pentru pornirea presei, se impune ca presiunea aerului din rețeaua de alimentare cu aer comprimat să fie normală, în cazul presei tip PELI-100 de 5 daN/cm^2, pentru a permite închiderea contactului presostatului *Ps*. Aceasta este semnalizată prin aprinderea lămpii de semnalizare h_5. Apoi se așază contactul programator *CP* pe una din cele șapte poziții (*1—2—3—0—4—5—6*) corespunzătoare programului de lucru ales, după care se corectează numărătorul de piese *NP* cu ajutorul cheii de contact CH_2. În acest fel, presa este pregătită pentru a fi pusă în funcțiune.

Presa este prevăzută cu două posibilități de comandă a deplasării berbecului, în raport cu care se deosebesc următoarele regimuri de lucru :

— la comanda executată manual :
  poziția *1* — lovituri continue ;
  poziția *2* — lovitură cu lovitură ;
  poziția *3* — mișcări pentru reglarea presei ;
  poziția *0* — oprit ;
— la comanda executată cu pedală :
  poziția *4* — reglaj ;
  poziția *5* — lovitură cu lovitură ;
  poziția *6* — lovituri continue.

Regimul de lucru dorit se alege cu ajutorul comutatorului programator *CP* situat în cutia cu aparate fixată pe partea laterală din stînga a presei.

a) **Funcționarea presei în regim de lovituri continue.** La comanda manuală comutatorul programator *CP*, fiind adus în poziția *1*, închide contactele *1—2*, *7—8* și *9—10*. Pornirea motorului *M* se face prin apăsarea butonului de comandă cu lampă b_1 de pe pupitrul de comandă. Tensiunea de comandă se stabilește prin circuitul : releul termic Rt_1, contactul a_1—b_1 (pentru sens normal) al cheii *CHc*, butonul de oprire bo_1, butonul de pornire b_1, contactul normal închis al contactorului C_4 alimentînd simultan bobina contactorului pentru legarea în stea C_3 și bobina releului de timp *RT*. Contactorul C_2 se alimentează prin contactul *2—4* și contactul normal închis al releului de timp *RT*. În același timp se închide contactul *6—8* al contactorului C_1 (sens normal) și motorul pornește în conexiunea în stea. De asemenea, este alimentată bobina releului intermediar RI_5, care închide contactele *1—2* și *3—4*. După trecerea perioadei de temporizare (circa 8 s), contactul releului de timp *RT* se deschide, alimentarea contactorului C_3 se întrerupe, închizîndu-se *3—5* și primește tensiunea bobina contactorului pentru conexiunea în triunghi C_4.

Contactul *6—8* al contactorului C_4 pune sub tensiune lampa de semnalizare h_2. Aprinderea lămpii indică terminarea pornirii motorului *M* și intrarea acestuia în turația de regim.

În circuitul de comandă, este alimentată întîi bobina releului intermediar *RI*, pe următorul traseu din schemă : contactul *7—8* al comutatorului programator *CP*, butonul de oprire (avarie) *bo*, contactul *2—4* al contactorului C_1 (sens normal), contactul *2—4* al contactorului C_4 (conexiunea în triunghi) contactul *3—4* al întreruptorului de comandă prin came *IE*, contactul *1—2* al comutatorului programator *CP*, contactul *11—12* al releului intermediar RI_3, contactele *3—5* ale butoanelor de comandă normală *bc* și bc_1, și contactele *3—5* și *1—3* ale contactorilor electroventilelor *CV* și CV_1. La anclașarea releului intermediar RI_1 se închide contactul său *1—2* și este alimentată bobina releului intermediar RI_2. Aceasta închide contactul *1—2* și se autoblochează în același timp prin contactul *3—4*. La apăsarea pe butoanele de comandă ale ambreiajului *bc* și bc_1, circuitul se închide prin contactele *2—4* ale acestor butoane, contactele *9—10* și *1—2* ale releelor intermediare RI_3 și RI_2 și este alimentată bobina contactorului CV_1. Contactoarele *CV* și CV_1 conectează cele două electrovane *VE* și VE_1 legate în paralel (la tensiunea de 220 V), iar acestea acționează asupra ambreiajului și berbecul presei se pune în mișcare, efectuînd cursa reglată anterior. Contactoarele *CV* și CV_1 se autoblochează prin contactele *2—4* și *9—10* ale contactorului programator *CP* și determină astfel funcțio-

narea continuă a berbecului presei, pînă cînd se apasă pe butoanele bo_1 sau bo, ori se schimbă poziția comutatorului programator.

La comanda prin pedală comutatorul programator *CP* închide contactele *1—2, 3—4, 7—8* și *9—10* asigurînd alimentarea bobinei releului RI_3, care închide contactele *1—2, 3—4, 5—6* și *7—8* și deschide contactele *9—10, 11—12* și *13—14*. Contactul *13—14* întrerupe lampa de semnalizare h_3, deci și comanda manuală a presei, iar contactul *7—8* aprinde lampa h_4, conectînd astfel comanda prin pedală. Este alimentat astfel releul RI_1 pe următorul circuit : contactul *1—2* al presostatului *PS*, contactul *7—8* al comutatorului *CP*, contactul *3—5* al butonului *bo*, contactele *2—4* ale contactoarelor C_1 și C_4, contactul *9—10* al comutatorului *CP*, contactul *1—2* al releului RI_3. Acesta închide contactul *3—4* pentru autoblocare și contactul *1—2*. La apăsarea pe pedala de comandă *PC*, este alimentat releul RI_6, care închide contactul *1—2*, alimentînd bobina contactorului CV_1. Acesta închide contactul *2—4*, alimentînd bobina contactorului CV_1, care se autoblochează prin intermediul contactului *2—4* și *9—10* al comutatorului programator *CP*, ceea ce are ca rezultat funcționarea continuă a berbecului presei, pînă la apăsarea pe butonul *bo* sau pe butonul de oprire al motorului bo_1.

b) **Funcționarea presei în regim lovitură cu lovitură.** La comanda manuală, comutatorul programator *CP*, fiind adus în poziția *2*, închide contactele *1—2* și *7—8* asigurînd astfel alimentarea bobinei releului RI_1, care se face pe următorul traseu : borna transformator Tr_1, contactul presostatului *PS*, contactul *7—8* al comutatorului programator *CP*, butonul *bo*, contactele *2—4* ale contactoarelor C_1 și C_4, contactul *3—4* al întreruptorului cu came *IC*, contactul *1—2* al comutatorului programator *CP*, contactul *11—12* al releului RI_3, contactele *3—5* ale butoanelor *bc* și bc_1, contactele *3—5* ale contactoarelor *CV* și CV_1, contactele *1—3* ale electrovanelor *VE* și VE_1. Releul RI_1 închide contactul *1—2* care alimentează bobina releului RI_1, care se autoblochează prin contactul *3—4*.

La apăsarea pe butoanele ambreiajului *bc* și bc_1, circuitul se închide prin contactele *2—4* ale acestor butoane, contactul *9—10* al releului RI_3, contactul *1—2* al releului RI_2 și este alimentată bobina contactorului CV_1, care prin contactul *2—4* alimentează bobina contactorului *CV*. Presa începe să funcționeze și berbecul se mișcă pînă cînd este acționat contactul *3—4* al întreruptorului cu came *IC*, care întrerupe circuitul de alimentare al electroventilelor și ambreiajul decuplează. Trebuie ținut seama de faptul că în acest regim de funcționare contactoarele electroventilelor *CV* și CV_1 se autoblochează prin intermediul contactului *1—2* al întreruptorului cu came *IC*.

Din acest motiv lucrătorul nu poate lua mîinile de pe butoanele ambreiajului atîta timp cît contactul *1—2* al întreruptorului cu came *IC* este desfăcut. Acest lucru este necesar pentru securitatea muncitorului care deservește presa.

La comanda prin pedală comutatorul programator *CP* închide contactele *3—4* și *7—8*, asigurînd alimentarea bobinei releului RI_3 care închide contactele *1—2*, *3—4*, *5—6* și *7—8* și deschide contactele *9—10*, *11—12* și *13—14*. Alimentarea releului RI_1 se realizează pe următorul circuit : contactul *1—2* al presostatului *PS*, contactul *7—8* al comutatorului programator *CP*, butonul *bo*, contactele *2—4* ale contactoarelor C_1 și C_2, contactul *3—4* al întreruptorului cu came *IC*, contactul *3—4* al releului RI_3, contactul *9—10* al releului RI_6, contactele *3—5* ale contactoarelor *CV* și CV_1, contactele *1—3* ale electrovanelor *VE* și VE_1.

Releul RI_1 închide contactul *1—2*, care alimentează releul RI_2, care se autoblochează prin contactul *3—4* și închide contactul *1—2*. La apăsarea pe pedala de comandă *PC*, anclașează releul RI_6, care închide contactul *1—2* și realizează alimentarea contactorului CV_1 și apoi pe *CV* ; de asemenea, și electrovanele *VE* și VE_1 sînt alimentate, permițînd astfel ambreiajului să lucreze.

Pedala trebuie să fie apăsată pînă cînd se închide contactul *1—2* al întreruptorului cu came *IC*, prin intermediul căruia se face autoblocarea contactoarelor *CV* și CV_1 ale electroventilelor, permițînd berbecului presei să se deplaseze pe lungimea de cursă reglată anterior.

După terminarea cursei berbecului se deschide contactul *3—4* al întreruptorului cu came *IC*, care întrerupe funcționarea ambreiajului. Pentru o nouă bătaie a presei, pedala de comandă *PC* trebuie acționată din nou și astfel ciclul de lucru se repetă. Trebuie însă ținut seama ca la regimul *„lovitură cu lovitură“*, atît la comanda manuală cît și la comanda prin pedală, apăsarea continuă pe butoanele ambreiajului sau pe pedala de comandă să ducă la funcționarea continuă a presei. Butoanele sau pedala trebuie să fie acționate pentru fiecare lovitură (cursă) a berbecului presei.

c) **Funcționarea presei în regim de reglaj** servește pentru operațiile de reglare ale presei și constă din ambreierea ei cu ajutorul motorului electric de acționare, care se rotește în virtutea inerției deconectat de la rețea. Comanda de reglaj poate fi făcută manual sau prin pedală.

La comanda manuală, după ce se așază comutatorul programator *CP* în poziția *3* (contactele *1—2*, *5—6*, *11—12* sînt închise), se apasă butoanele *bc* și bc_1, punîndu-se în funcțiune ambreiajul, care

va lucra atît timp cînd sînt apăsate butoanele și se va opri în momentul cînd au fost ridicate mîinile de pe butoane, indiferent de poziția berbecului. Acest lucru este necesar pentru efectuarea de verificări sau reglaje.

Pentru a asigura această mișcare schema funcționează astfel: prin contactul *5—6* al comutatorului de comandă programată *CP* este alimentată bobina releului RI_4, care cuplînd închide contactul *1—2*.

Este alimentată astfel bobina releului RI_1 pe următorul circuit: contactul *11—13* ale comutatorului *CP*, contactul *1—2* al releului RI_4, contactele *3—5* ale butoanelor de comandă *bc* și bc_1, contactele *3—5* ale contactoarelor *CV* și CV_1, contactele *1—3* ale electrovanelor *VE* și VE_1. Releul RI_1, prin contactul său *1—2*, alimentează bobina releului RI_2, care se autoblochează prin contactul *3—4* și închide contactul *1—2*. Apăsînd pe butoanele *bc și* bc_1 sînt alimentate bobinele contactoarelor *CV* și CV_1, care conectează electrovanele ambreiajului. Deoarece nu este nici o cale pentru autoblocare, atunci cînd nu se mai apasă pe butoanele de comandă ale ambreiajului *bc* și bc_1, contactoarele CV_1 și *CV* decuplează, iar ambreiajul se desface.

La comanda prin pedală, contactorul *CP* fiind adus în poziția *4*, se închid contactele *3—4* și *5—6*, permițînd astfel alimentarea releelor RI_4 și RI_3. Releul RI_4 închide contactele *1—2—3—4* și deschide contactul *9—10*, iar releul RI_3 închide contactele *1—2, 3—4, 5—6* și *7—8* și deschide contactele *9—10, 11—12* și *13—14*. Releul RI_1 este alimentat pe același circuit ca și în cazul comenzii manuale. La apăsarea pe pedala de comandă *PC* este alimentat releul RI_6 care închide contactul *1—2*, alimentînd contactoarele *CV* și CV_1 ale electroventilelor pe următorul circuit: contactul *3—6* al comutatorului programat *CP*, contactele *1—2* și *3—4* ale releului RI_4, contactul *1—2* al releului RI_6, contactul *5—6* al releului RI_3, contactul *1—2* al releului RI_2.

Cînd se încetează apăsarea pe pedală, releul RI_6 nu mai este alimentat, contactul său *1—2* se deschide și ambreiajul se decuplează.

Așa cum reiese din cele de mai sus, se observă că atît la comanda manuală, cît și la comanda prin pedală, circuitul se închide prin contactul normal închis *9—10* al releului RI_5, deci în regim de reglaj, motorul trebuie să fie deconectat de la rețea prin apăsarea butonului bo_1.

În schemă, protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și al releelor termice *Rt*, iar iluminatul local și de semnalizare se face cu ajutorul lămpii de iluminat local *L* și a lămpilor

de semnalizare h la tensiunea de 24—36 V, prin intermediul transformatoarelor coborîtoare de tensiune notate cu *Tr* în schemă.

Aparatajul de comandă și protecție se află montat în dulapul de aparate, pe un pupitru de comandă montat pe partea frontală a batiului presei, sau în cutia cu aparate montată pe partea laterală stîngă a batiului presei.

Dulapul cu aparate se amplasează pe un soclu de beton la o distanță convenabilă față de presă astfel, încît să permită accesul ușor în interiorul lui.

Creșterea tot mai accentuată a necesităților de producție a făcut ca să se utilizeze în procesele tehnologice de presare mașini specializate de înaltă productivitate, în special în producția de serie mare sau de masă.

În fig. 2.33 este reprezentată o presă automată de ștanțat tole pentru mașini și aparate electrice.

La această presă se folosesc : comanda electrică și acționarea pneumatică, ceea ce permite apropierea la maximum a motoarelor de organele de lucru ale presei, simplificarea cinematicii acesteia și obținerea unui grad înalt de automatizare a mișcărilor auxiliare. În același timp în mașină este realizată o legătură mecanică între organele de lucru, datorită căruia fapt se obține un grad înalt de suprapunere a mișcărilor.

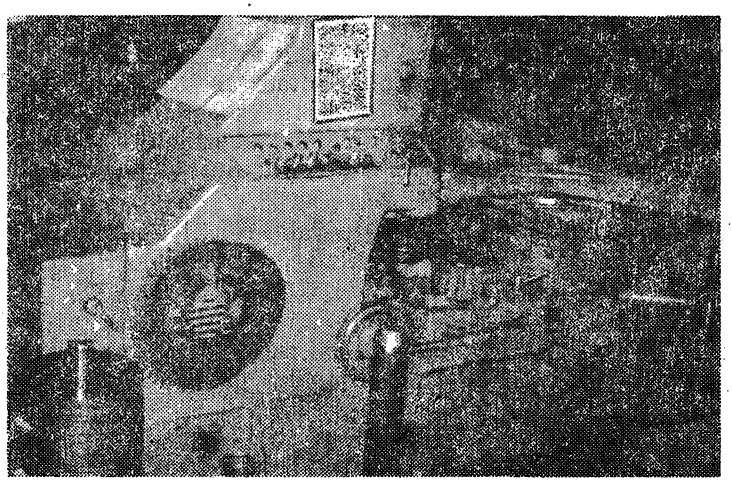


Fig. 2.33. Presa automată de ștanțat tole pentru mașini electrice — vedere generală.

Presa poate funcționa în regim de reglare, care este folosit înainte de punerea în funcțiune sau în timpul funcționării automate. Pornirea presei în regim automat este posibilă numai după coborîrea unei apărători de protecție (transparente).

Magazinele presei sînt prevăzute cu casete *schimbabile* pentru semifabricate și tole (piese finite) și sînt amplasate în părțile laterale ale presei.

Pentru transportul semifabricatelor și tolelor de la magazine sub berbecul presei și invers se folosesc alimentatoare cu dispozitive de apucare cu electromagneți.

Mecanismul alimentatorului (fig. 2.34) se prezintă sub forma unui paralelogram articulat pe ale cărui axe fixe sînt montate roți dințate identice care angrenează cu cremaliera comună *1*, cama *3*, legată direct cu împingătorul tolelor și transmite o mișcare de translație alternativă la cremaliera *1* prin intermediul pîrghiei *2*. În acest timp, dispozitivele de apucare cu electromagneți, fixate pe manivela *4* a mecanismului alimentatorului, se deplasează în lungul mesei presei introducînd semifabricatul în matriță și scoaterea piesei din matriță după ștanțare. Porțiunile inițială și finală ale traiectoriei dispozitivelor de apucare au o poziție apropiată de cea verticală, fapt folosit pentru scoaterea semifabricatelor din magazin și așezarea tolelor după ștanțare în magazinul opus.

Fiecare alimentator este prevăzut cu electromagneți pentru apucarea tolelor.

Prin variația intensității curentului continuu cu care sînt alimentate bobinele electromagneților se poate varia forța de ridicare, rea-

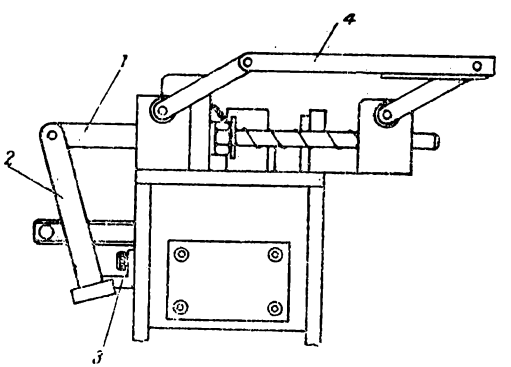


Fig. 2.34. Mecanismul alimentatorului la presele automate.

lizîndu-se o menținere sigură a tolelor de către dispozitivul de apucare și separarea unui singur semifabricat, respectiv tolă, de celelalte semifabricate sau tole aflate în magazin. Nivelul tolelor în magazin este controlat prin poziția electromagnetului în momentul apucării fiecărei tole.

În figura 2.35 este reprezentată schema de principiu a acționării electropneumatice a presei. Aerul comprimat de la rețea trece printr-un reductor de presiune, un filtru și un ungător, ajungînd la supapa pneumatică cu comandă electrică *1SP*. Presiunea aerului reglată pînă la o valoare de 3,5—4 daN/cm^2 este controlată cu ajutorul unui manometru. În timpul cît presa nu lucrează, supapa *1SP* este închisă.

La conectarea electromagnetului de comandă a supapei *1SP* aerul este lăsat să treacă în cilindrul *3* care acționează sabotul *4*, pentru limitarea poziției de sus a bobinei în timpul lucrului. Afară de aceasta, aerul trece în supapa pneumatică cu electromagnet *2SP* și în supapele pneumatice cu electromagneți *3SP* și *4SP* pentru dis-

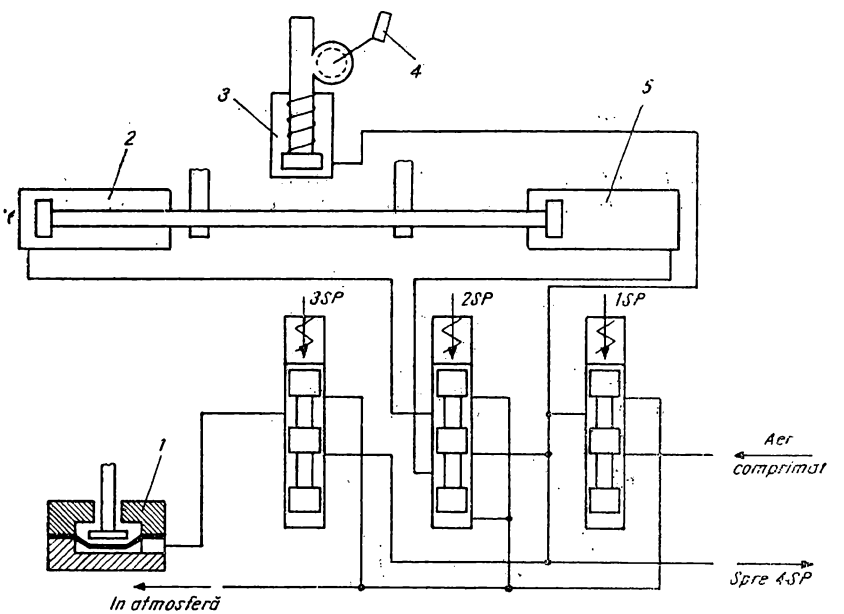


Fig. 2.35. Schema de principiu a acționării electro-pneumatice a presei automate.

pozitivele de ridicat din stînga și respectiv din dreapta ale magazinului (supapa *4SP* nu este reprezentată în figură).

Trecînd prin supapa *2SP*, al cărei electromagnet este deconectat, aerul comprimat ajunge în cilindru din dreapta *5* al postului de lucru și deplasează tija cu împingătoarele spre stînga. În poziția limită din stînga a tijei se conectează electromagnetul supapei *2SP*, astfel încît această supapă lasă să treacă aerul comprimat în cilindrul din stînga *2* al postului de lucru, punînd în același timp cilindrul *5* în comunicație cu atmosfera.

În momentul cînd tija ajunge în poziția limită din dreapta, ea deconectează din nou electromagnetul supapei *2SP*, astfel încît mișcarea de translație alternativă a tijei cu împingătoarele se repetă.

Schema electrică de comandă este astfel alcătuită încît oprirea automată a presei după ștanțarea întregului pachet de tole poate avea loc numai în poziția limită din stînga a tijei, asigurîndu-se astfel o poziție inițială constantă. După evacuarea aerului comprimat din cilindrii, tija este retrasă de arcuri speciale cu cîțiva milimetri mai departe decît pozițiile ei limită din stînga.

Ciclul următor începe cu introducerea aerului în cilindrul din dreapta *5* al postului de presare, tija aflîndu-se în poziția din stînga.

Electromagneții supapelor *3SP* și *4SP* ale magazinelor sînt deconectați atît timp cît nivelul tolelor din magazine este suficient de înalt. În cazul cînd nivelul semifabricatelor aflate, de exemplu, în magazinul din stînga coboară pînă la o anumită limită, electromagnetul supapei corespunzătoare se conectează, lăsînd să treacă aerul comprimat în camera pneumatică *1* a dispozitivului de ridicat. Ca urmare, montantul mijlociu al dispozitivului se ridică împreună cu pachetul de tole din magazin. După ridicare, supapa este deconectată, punînd în comunicație camera pneumatică cu atmosfera.

Montantul mijlociu al elevatorului coboară sub acțiunea unui arc de rapel.

Schema electrică de comandă în funcție de cursă a presei este reprezentată în fig. 2.36.

La apăsarea butonului „*Pornire*“ b_1 se conectează releul *R* ale cărui contacte conectează contactoarele *C* și *2C*.

Contactorul *C* trece la autoalimentare și realizează punerea sub tensiune a liniei de alimentare. Contactorul *2C* trece, de asemenea, la autoalimentare și alimentează electromagnetul supapei *1SP*. Deoarece electromagnetul supapei *2SP* este deconectat, aerul comprimat pătrunde în cilindrul din dreapta și deplasează limitatorul de cursă *1LC*. În acest caz se închide contactul $1LC_1$ și se conectează contactorul *1C*, care trece la autoalimentare și alimentează electromagne-

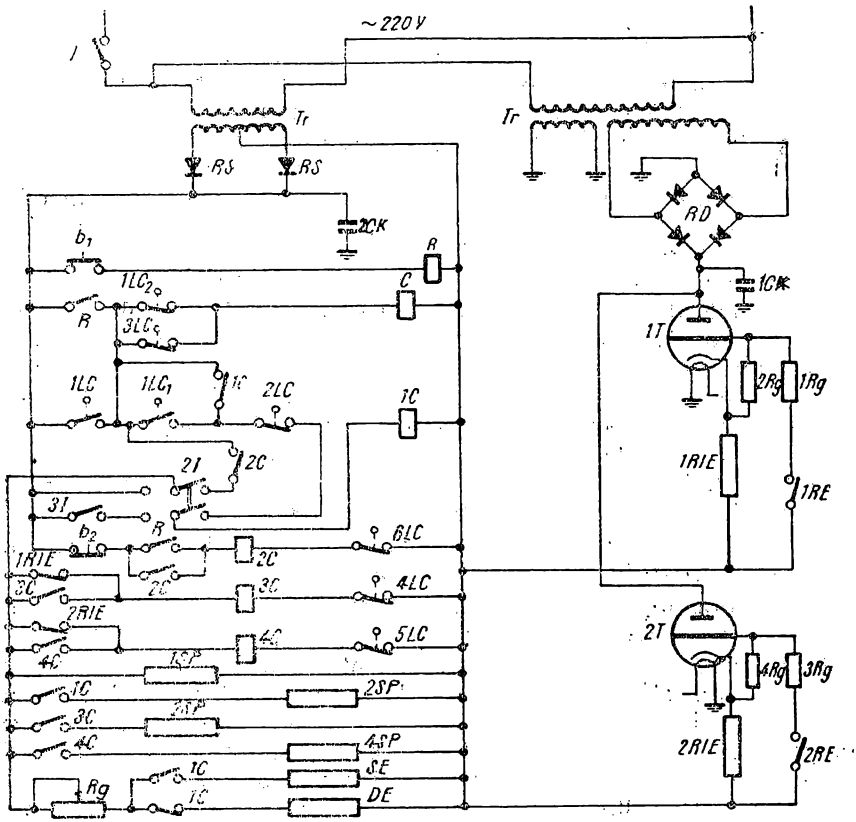


Fig. 2.36. Schema electrică de comandă în funcție de cursă a presei automate de ștanțat tole.

tul *2SP*. Supapa *2SP* lasă să treacă aerul comprimat din cilindrul din dreapta în cilindrul din stînga, astfel încît tija se deplasează spre dreapta. În poziția limită, tija acționează limitatorul de cursă *2LC* și deconectează bobina contactorului *1C*, care la rîndul său, deconectează bobina electromagnetului supapei *2SP* ; ca urmare tija cu împingătorul își schimbă din nou sensul de mișcare. În acest mod tija împingătoarelor execută mișcări de translație alternativă pînă în momentul în care se deschide contactul normal închis al limitatorului de cursă *3LC*, care controlează înălțimea pachetului de tole din magazinul de tole ștanțat.

La deschiderea contactului *3LC*, tija continuă să se miște pînă în momentul cînd, ajungînd în poziția limită din stînga, deschide contactul normal închis *1LC2*. Bobina contactorului *C* este deconectată, ceea ce duce la deconectarea bobinei supapei *1SP* astfel, încît intrarea aerului comprimat în toți cilindrii este întreruptă. Presa se oprește în poziția inițială.

Electromagneții supapelor *3SP* și *4SP* care comandă camerele pneumatice ale dispozitivelor de ridicat ale magazinelor sînt alimentați prin intermediul contactoarelor *3C* și *4C* comandate la rîndul lor de relee electronice cu contacte de grilă.

În timpul ștanțării, nivelul semifabricatelor din magazinul de semifabricate coboară continuu și, ca urmare, mecanismele de apucare ale alimentatoarelor coboară din ce în ce mai jos pentru a apuca semifabricatul. În momentul în care nivelul semifabricatelor din magazin coboară pînă la o limită stabilită, releele electronice corespunzătoare *1RE* și *2RE* închid contactul de comandă. În acest caz, la grila tubului electronic se trimite un potențial negativ (față de catod) și tubul se blochează. Armătura releului electromagnetic *1RIE*, respectiv *2RIE* scapă și se închide contactul *1RIE* (*2RIE*) din circuitul de comandă al bobinei contactorului *3C*, respectiv *4C*. Contatorul *3C*, respectiv *4C*, este conectat, trece la autoalimentare și alimentează electromagnetul supapei. În poziția de sus a montantului dispozitivului de ridicat, se deschide contactul normal închis al limitatorului de cursă *4LC*, respectiv *5LC*, care întrerupe autoalimentarea contactoarelor *3C* și *4C*.

Contactele contactoarelor se deschid și electromagneții supapelor *3SP* și *4SP* sînt deconectați.

Mecanismele de apucare cu electromagneți ale alimentatoarelor *DE* și *SE* (din dreapta și din stînga) sînt comandate de contactele corespunzătoare ale contactorului *1C*.

Pentru realizarea mișcărilor de potrivire ale împingătoarelor tolelor sau semifabricatelor, în schemă sînt prevăzute comutatorul de regimuri de funcționare *2I* (regim de reglare-regim automat) și comutatorul normal al mișcării împingătoarelor *3I* (dreapta-stînga).

Schema electrică este alimentată prin intermediul unor redresoare realizate după schema obișnuită. Netezirea pulsațiilor tensiunii redresate se realizează cu ajutorul unor filtre capacitive (condensatorul *1CK* pentru redresorul de +50 V și condensatorul *2CK* pentru redresorul de +150 V).

2.4.2. FOARFECE GHILOTINĂ

Pentru tăierea tablelor groase, benzilor și platbandelor se folosesc foarfece ghilotină.

În figura 2.37 este reprezentată schema electrică de acționare a ghilotinei tip GL 3 utilizată pentru tăierea tablelor cu grosimi pînă la 3 mm și lungimi pînă la 2 000 mm.

Mișcarea rectilinie în plan vertical a berbecului mașinii, în care se fixează cuțitul mobil de tăiere, este realizată cu ajutorul unui motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit *M*, de 2,2 kW la tensiunea de 220/380 V și turația de 1 440 rot/min.

Punerea sub tensiune a schemei se face cu ajutorul unui întreruptor tripolar *I*, care perminte anclașarea și declanșarea motorului electric la rețeaua de alimentare. Comanda pornirii motorului electric *M* se face cu ajutorul unui contactor tripolar, de la distanță, prin intermediul a două butoane, de pornire b_1 și de oprire b_0, montate într-o casetă fixată pe partea din față a batiului mașinii.

Iluminatul local este asigurat de către două lămpi de iluminat local *L*, alimentate la tensiunea de 24 V fixate pe partea din față a batiului mașinii.

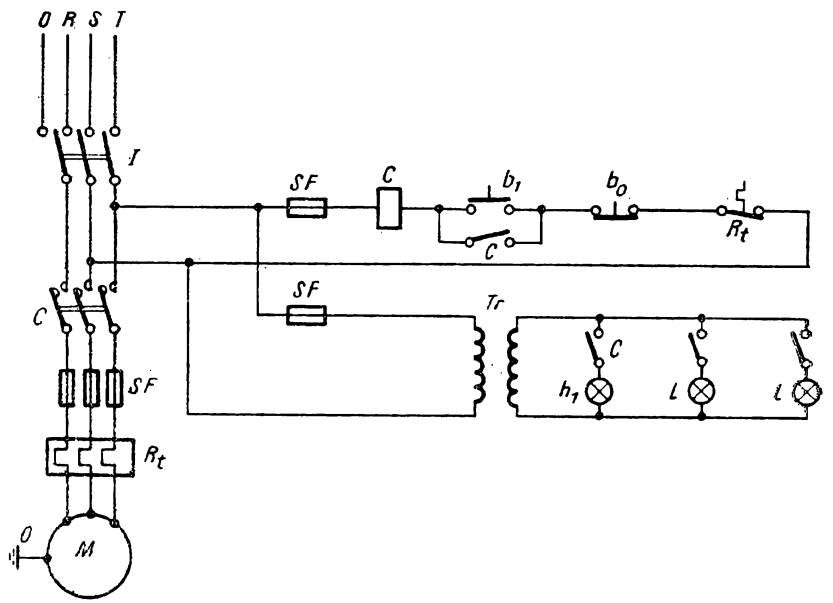


Fig. 2.37. Schema electrică a ghilotinei tip GL-3.

Pentru semnalizarea pornirii și funcționării ghilotinei, schema este prevăzută cu lampa de semnalizare h_1, alimentată la tensiunea de 24 V.

Reducerea tensiunii de la 220 V la 24 V este realizată cu ajutorul unui transformator coborîtor de tensiune *Tr*.

Protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și suprasarcinilor prelungite se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și a blocului de relee termice *Rt*.

Aparatajul electric de protecție, semnalizarea și comanda este montat într-o casetă din tablă fixată pe partea laterală din dreapta a batiului ghilotinei.

2.4.3. MAȘINI DE FORMAT

Pentru executarea operațiilor de îndoire, curbare, ambutisare, fălțuire, tăiere, poansonare și ștanțare la piesele confecționate din tablă se folosește mașina de format prin îndoire de tip electrohidraulic (abkant).

Mișcarea pe verticală a berbecului mașinii este realizată cu ajutorul sistemului electrohidraulic, acționat de un motor electric asincron trifazat în scurtcircuit *M*, de 10 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd o turație de 975 rot/min.

Instalația electrică de acționare se reduce în general la acționarea pompei de la sistemul hidraulic. În fig. 2.38 este reprezentată schema electrică a mașinii.

Punerea sub tensiune a schemei se realizează cu ajutorul întreruptorului automat *IA*, comandat prin butoanele b_1 și b_0, montate la distanță. Pornirea motorului *M* se face printr-un întreruptor stea-triunghi — *ST* (care are rolul de a limita curentul de pornire) a cărui închidere este comandată automat de la butonul de pornire b_1 și prin rotirea manuală a întreruptorului stea-triunghi.

Oprirea motorului se face prin apăsarea butonului de oprire b_0, care comandă declanșarea întreruptorului automat *IA*. După oprire, maneta întreruptorului stea-triunghi *ST* se aduce la poziția „*0*“ deoarece la o nouă pornire se cuplează motorul direct la rețea cu legăturile în triunghi.

Semnalizarea punerii sub tensiune a schemei se face cu ajutorul lămpii de semnalizare *h*.

Protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și

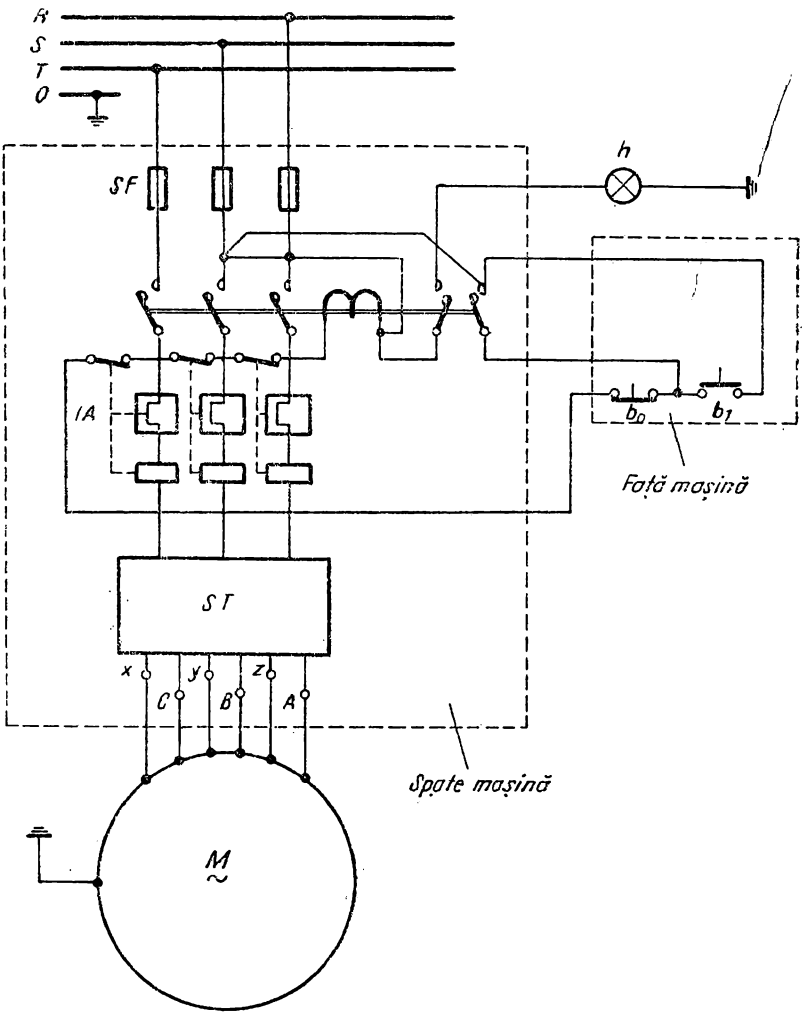


Fig. 2.38. Schema electrică a mașinii de format (Abkant).

printr-un întreruptor DITA prevăzut cu relee termice și electromagnetice.

Aparatajul electric de comandă și protecție este montat pe un panou care se fixează într-o nișă situată în partea dreaptă din spatele batiului mașinii, caseta și butoanele de comandă și lampa de semnalizare este fixată pe partea din fața batiului mașinii.

2.5. INSTALAȚII DE RIDICAT ȘI TRANSPORT. PRINCIPII DE FUNCȚIONARE ȘI SCHEME ELECTRICE DE FUNCȚIONARE

Instalațiile de ridicat și transport sînt mașini de ridicat, care servesc pentru ridicarea și transportul sarcinilor în incinta atelierelor de fabricație sau a depozitelor de materiale din întreprinderile industriale.

În cazul lucrărilor de montaj sau de alimentare a mașinilor-unelte, unde lucrările de potrivire a sarcinilor în vederea montajului sau prinderii pe mașină joacă un rol important, pentru comanda mecanismelor instalației de ridicat se utilizează scheme de acționare cu inversare a sensului prevăzute cu relee de temporizare la închidere.

În figura 2.39 (planșă) este reprezentată o schemă cu inversare pentru mecanismul de ridicare a unui pod rulant cu două cîrlige de ridicare.

Pentru a fi posibilă executarea unei manevre, blocajele B_1 sau B_2 trebuie să fie puse în poziție corespunzătoare, iar maneta cîrligului cu care nu se lucrează să se afle în poziția „*0*".

Prin ducerea manetei controlerului pe poziția *1* — ridicare sau coborîre (fig. 2.39, a), anclașează contactorul C_1, respectiv C_2, dacă limitatorul de cursă LC_1 și cel de sarcină LS_1 sînt închise. Contactoarele de ridicare C_1 și coborîre C_2 sînt interblocate prin contactele lor normal închise pentru a evita un scurtcircuit în cazul cînd un contactor a rămas înțepenit și este acționat celălalt.

Trecerea pe poziția *2* a manetei controlerului favorizează anclașarea contactorului rotoric CR_1. Anclașarea contactorului CR_1 este posibilă însă numai dacă releul de timp RT_1 (cu declanșarea întîrziată) decuplat de unul din contactele normal închise ale contactorului C_1, respectiv C_2 și-a închis contactele normal închise (cu temporizare 1s). Contactul normal închis al releului RT_1 pregătește trecerea pe treapta *3* a controlerului, prin aceea că scoate de sub tensiune releul RT_2 și contactele normal închise ale acestuia se închid după 0,5 s (timp reglat anterior). Trecerea pe celelalte trepte sînt similare cu cele de pe treapta *2*.

În cazul revenirii, secvențele se realizează netemporizat, iar în poziția „*0*" cade frîna mecanică.

Pentru asigurarea temporizării la închidere se utilizează schema din fig. 2.39, *b*. În acest caz contactele auxiliare normal deschise ale contactorului C_1, respectiv C_2 permite cuplarea releului de timp cu întîrziere la anclașare RT_1, care pregătește cuplarea contacto-

rului rotoric CR_1, prin închiderea cu temporizare de la 1 s a contactului său normal deschis.

La trecerea pe poziția *2* a controlerului, dacă este închis contactul releului de timp RT_1, poate anclașa contactorul rotoric CR_1 scurtcircuitînd astfel prima treaptă de rezistență. Prin contactul normal deschis C_3, contactorul rotoric CR_1 se automenține și descarcă în acest fel contactul releului de timp RT_1. În același timp, este pregătit pentru anclașare contactorul rotoric CR_2, prin intermediul releului de timp RT_2 care este pus sub tensiune. Pe celelalte poziții ale controlerului fazele sînt similare.

În cazul mecanismelor de translație ale instalațiilor de ridicat și transport, condițiile de funcționare diferă de cele ale mecanismelor de ridicare, prin aceea că valoarea cuplului rezistent nu depinde de sensul deplasării. Schemele de acționare ale acestor mecanisme sînt similare cu cele ale mecanismelor de ridicare. Ținînd seama însă că timpul de accelerare necesar este mai mare, temporizările releelor se aleg mai mari decît în cazul mecanismelor de ridicare.

În fig. 2.40 este reprezentată schema de acționare a mecanismelor de translație prin cuplare inversă.

Fazele de conectare sînt următoarele : pe prima poziție a controlerului spre stînga, anclașează contactorul de sens C_1, prin intermediul căruia este pus sub tensiune motorul de antrenare M ; simultan, anclașează releul de timp RT_1 și contactorul C_4 al ridicătorului de frînă ; pornirea se face lin, datorită rezistenței mari din circuitul rotoric, pe treapta *2* anclașează contactorul rotoric CR_1 condiționat de contactul normal deschis al releului de timp RT_1. Pe treptele *3* și *4* anclașează temporizat contactoarele rotorice CR_2, respectiv CR_3 condiționate de contactele normal deschise ale releelor de timp RT_2, respectiv RT_3. La revenire contactoarele și releele declanșează corespunzător treptei de controler respective.

La trecerea bruscă a manetei controlerului de pe poziția de mers stînga pe poziția de mers dreapta, declanșează la trecerea prin „*0*“ contactorul C_1 și releul de timp RT_3. Apoi anclașează contactorul de sens C_2 și contactorul ridicătorului de frînă C_4. Chiar în cazul cînd maneta a fost trecută pe una din pozițiile *2—4* dreapta, contactorul rotoric CR_1 și releul de timp RT_1 nu pot anclașa, deoarece o perioadă de timp (dinainte reglată) contactul normal închis al releului de timp RT_1 este deschis. În această situație motorul frînează mai întîi în regim de cuplare inversă cu toată rezistența în rotor și numai după aceasta poate porni în sens contrar. După închiderea contactului normal închis al lui RT_1, poate anclașa contactorul rotoric CR_1 și în funcție de poziția manetei, temporizat celelalte contactoare.

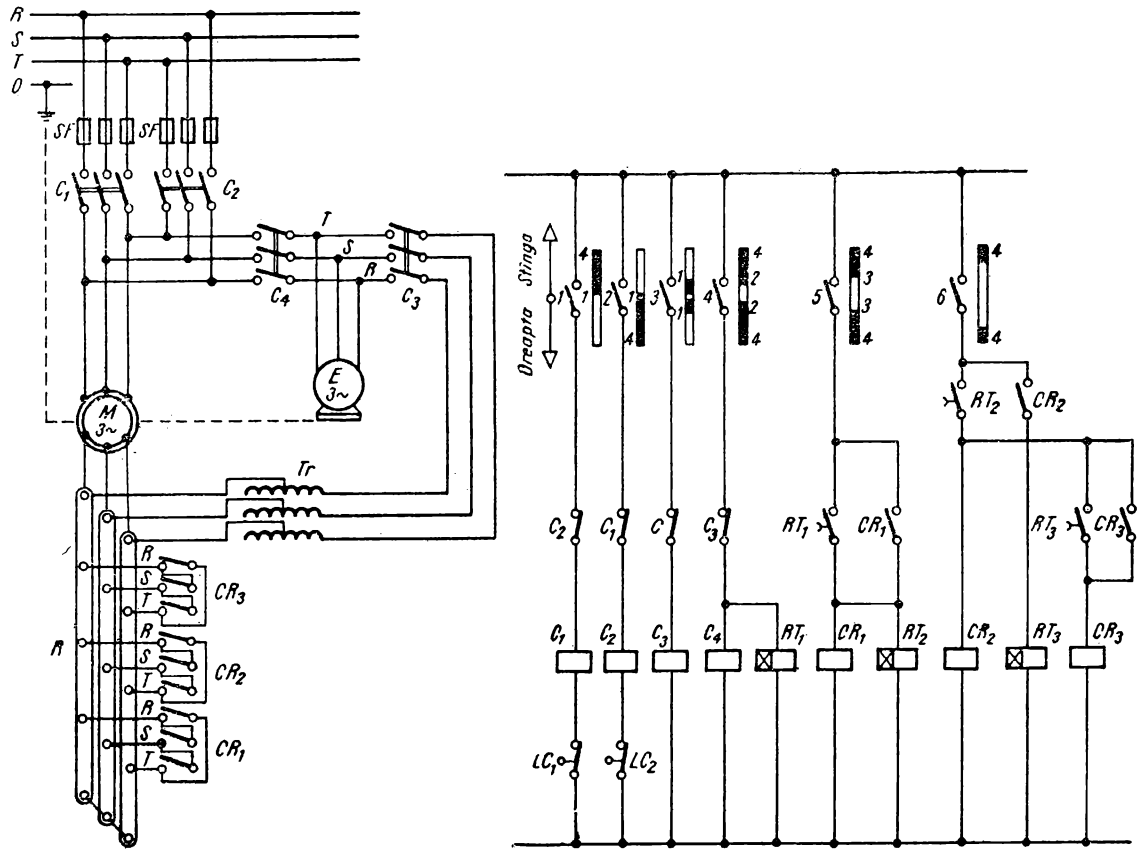


Fig. 2.40. Schema electrică de acționare a mecanismelor de translație prin cuplare inversă.

Pentru acționarea mecanismelor de translație ale instalațiilor de ridicat și transportat, în practică sînt frecvent întîlnite scheme de acționare prin sistemul arbore electric.

În fig. 2.41 (planșă) este prezentată schema electrică de acționare cu arbore electric a mecanismelor de translație pentru o macara portal.

Prin apăsare pe butonul de pornire b_1 contactorul auxiliar CA_1 cuplează și se automenține prin contactele sale normal deschise cu condiția ca : maneta controlerului să se afle pe poziția „*0*". În același timp, anclașează contactorul *7C* și contactorul de redresare *6C* reținute de contactul auxiliar normal deschis ale contactorului *7C*.

Releele de timp cu întîrziere la declanșare RT_1—RT_6 sînt anclașate.

La trecerea controlerului pe poziția *1* stînga, anclașează contactorul *1C* și prin intermediul contactorului normal deschis pune sub tensiune contactorul *3C*, asigurîndu-se astfel conectarea monofazată a arborelui electric, iar rotoarele mașinilor auxiliare MA_1 și MA_2 se rotesc reciproc, cu tendința de a intra în fază. Simultan, contactul normal închis al lui *3C* declanșează releul de timp RT_2, al cărui contact temporizat normal închis se închide după perioada de timp reglată (3 s), punînd sub tensiune contactorul *4C*, care stabilește legătura trifazică a mașinilor auxiliare. Contactul normal deschis al contactorului *4C* se închide, iar contactul normal închis al aceluiași contactor declanșează releul RT_3.

Contactul acestuia normal închis se închide temporizat după perioada de timp reglată (2 s), cuplînd contactorul *5C*, care pune sub tensiune motoarele de translație M_1 și M_2 conectate cu întreaga rezistență în rotor. În aceste condiții macaraua pornește. Contactul normal închis al contactorului *5C* scoate de sub tensiune releul RT_4, care prin închiderea contactului normal închis, cu o temporizare reglată (2 s), permite ca la trecerea manetei controlerului pe poziția *2*, să fie conectate contactoarele rotorice CR_1 și CR_2. Contactele normal închise ale lui CR_1 și CR_2 declanșează releul RT_5, permițînd după 1 secundă de la trecerea manetei controlerului pe poziția *3*, anclașarea contactoarelor rotorice CR_3 și CR_4.

Pe poziția *4*, după închiderea temporizată (cu 1 s) a contactului normal închis al releului RT_6 declanșat pe treapta *3* de contactele normal închise și ale lui CR_3 și CR_4, anclașează ultimele contactoare rotorice CR_5 și CR_6. Motoarele sînt astfel pornite. La revenire, declanșările și anclașările se produc în ordine inversă, corespunzător treptei pe care se află maneta controlerului de comandă. La trecerea manetei de pe poziția *1* pe poziția „*0*" releul RT_1 este deconectat de la rețea, iar contactul său normal deschis se deschide după

perioada de timp reglată (de obicei 5 s). Prin aceasta, contactoarele *1C, 3C, 7C* și *4C* rămîn anclașate în tot acest timp. Arborele electric este menținut pe perioada de timp reglată (5 s), în timp ce motoarele de acționare sînt decontectate și frîna mecanică se închide. În felul acesta, arborele electric este menținut pînă la oprire, evitîndu-se totodată decalările rotoarelor și curenții mari de pornire.

2.6. INSTALAȚII DE COMPRIMARE A AERULUI

În industrie și transporturi se utilizează pe scară largă aerul comprimat și alte gaze comprimate.

Tendința de folosire din ce în ce mai largă a aerului comprimat la mecanismele de acționare și la diferite dispozitive ale utilajelor industriale se explică printr-o serie de avantaje, care apar în timpul funcționării mecanismelor și dispozitivelor pneumatice.

În practică, aerul comprimat se produce cu ajutorul compresoarelor de diferite tipuri. Dintre acestea un tip de compresor frecvent utilizat în întreprinderile industriale este compresorul 1 V-15/7.

Acționarea compresorului este realizată cu ajutorul unui motor sincronic *MS* de 100 kW alimentat la tensiunea de 380 V cu frecvența de 50 Hz și turația 300 rot/min.

Schema electrică de acționare a compresorului este reprezentată în fig. 2.42.

Pentru comanda și pornirea motorului de acționare, schema este prevăzută cu un tablou automat tip T3A3 avînd caracteristicile :

— tensiunea statorică pînă la 500 V,

— curentul statoric pînă la 400 A,

— schema tabloului de comandă permite comutația automată a alimentării motorului electric prin autotransformatorul de pornire și apoi direct la rețea.

Pentru pornirea motorului electric se anclașează mai întîi întreruptorul I_2, prin intermediul căruia se alimentează schema de comandă și semnalizarea prin aprinderea lămpii de semnalizare *h*. Prin apăsarea butonului de pornire l_1 se închide circuitul de alimentare al releului intermediar *Rl*. Prin închiderea circuitului de alimentare a releului *Rl*, unul din contactele sale normal deschise face autoblocarea bobinei lui, în timp ce al doilea contact normal deschis închide circuitul bobinei de comandă al întreruptorului automat I_1,

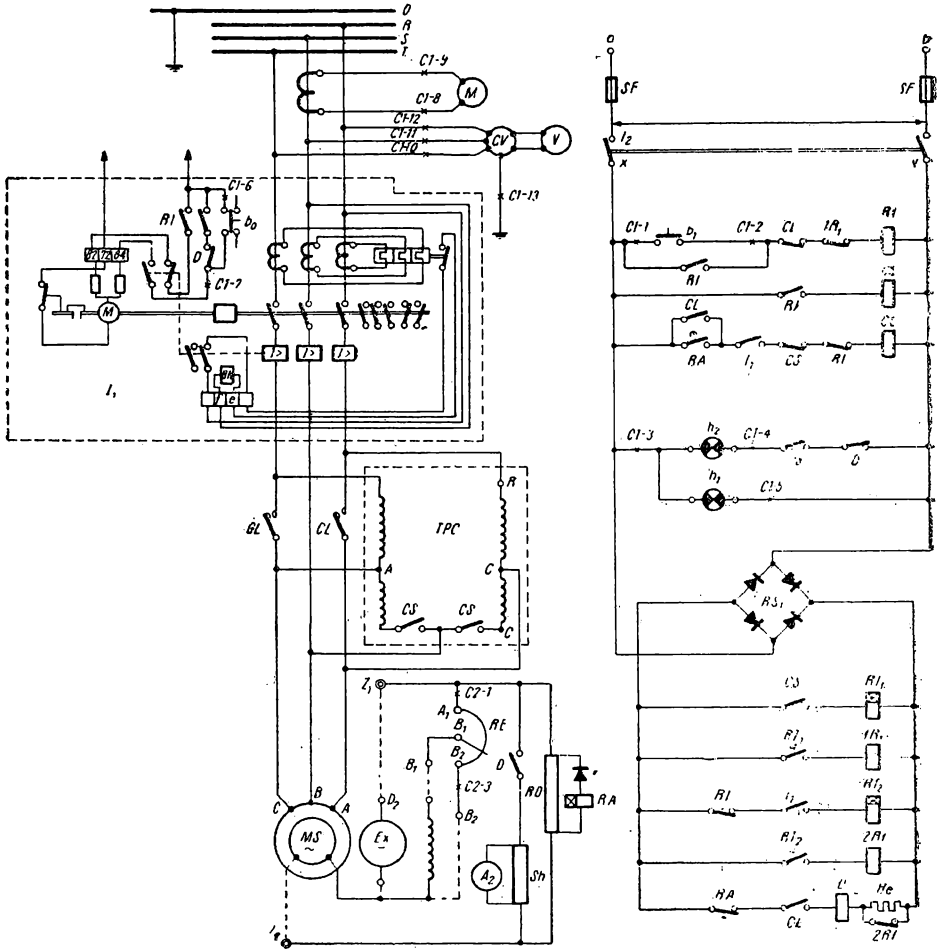


Fig. 2.42. Schema electrică de acționare a compresorului tip 1-V-15/7.

care conectează motorul electric la rețea. Al treilea contact normal deschis închide circuitul de alimentare al bobinei contactorului *CS*, iar al patrulea contact normal deschis se deschide în circuitul de alimentare al contactorului *CL*, blocînd astfel închiderea sa accidentală.

Prin punerea sub tensiune a bobinei contactorului *CS*, acesta închide conexiunea în V a autotransformatorului de pornire *TPC*,

alimentîndu-se astfel motorul electric cu tensiunea redusă. Acesta pornește în regim de mers asincron, lucru semnalizat prin aprinderea lămpii h_2.

În faza de pornire, circuitul rotoric este conectat la rezistența de descărcare *RD*. Căderea de tensiune ce apare la bornele rezistenței *RD* permite anclașarea releului electromagnetic *RA*, deschizînd contactul său normal închis din circuitul bobinei contactorului *D* și închizînd contactul său normal deschis din circuitul bobinei contactorului *CL*, pregătind astfel alimentarea lui.

Închiderea contactorului C_5 comandă declanșarea temporizată a releului *RI* prin intermediul releului RT_1, care este corespunzător reglat și a releului intermediar $1R_1$ al cărui contact normal închis din circuitul releului *RI* se deschide.

Prin declanșarea releului *RI* are loc :

— deschiderea contactorului *CS* prin deschiderea contactului releului *RI* din circuitul său ;

— anclașarea contactorului *CL* prin închiderea contactelor normal închise *RI* și *CS* din circuitul său, favorizînd prin aceasta alimentarea directă a motorului la tensiunea nominală a rețelei. Trebuie avut în vedere faptul că, în intervalul foarte scurt dintre declanșarea contactorului *CS* și anclașarea contactorului *CL*, continuitatea alimentării motorului la rețea este asigurată printr-o parte a bobinajului autotransformatorului *TPC* ;

— pregătirea anclașării contactorului *D* prin închiderea contactului *CL* normal deschis din circuitul său. În urma alimentării motorului la tensiunea nominală are loc creșterea turației tinzînd spre cea sincronă.

Prin aceasta, frecvența și deci valoarea tensiunii alternative redresate ce apare la bornele releului *RA* scade. În momentul în care fluxul circuitului său magnetic scade sub cel de reținere, armătura nu mai poate fi reținută și aceasta declanșează.

Declanșarea releului electromagnetic *RA* duce la :

— comanda intrării în sincronism a motorului prin anclașarea contactorului *D* care scurtcircuitează rezistența de descărcare ; terminarea regimului de mers în asincron este indicată prin stingerea lămpii h_2 ;

— alimentarea înfășurării de excitație a motorului de curent continuu.

Schema asigură protecția împotriva scurtcircuitelor sau suprasarcinilor datorită pornirii prelungite. Se observă că, în cazul cînd timpul pentru care a fost reglat releul de timp RT_2 nu are loc intrarea în sincronism, respectiv anclașarea contactorului *D*, atunci

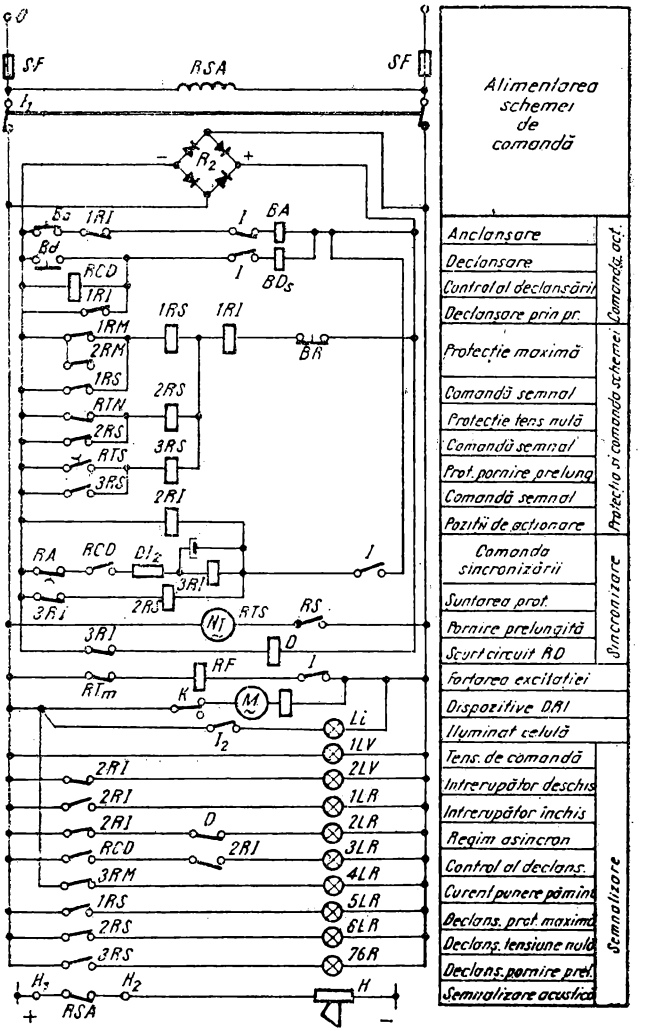
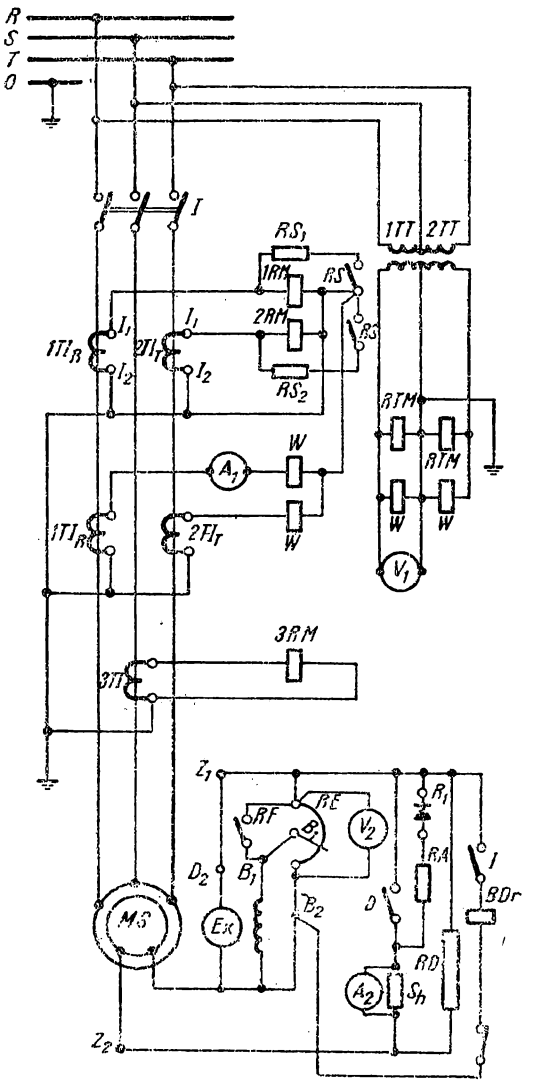


Fig. 2.43. Schema de acţionare



a compresorului tip 3-V-45/7.

prin contactul normal închis al releului intermediar *2RI* din circuitul bobinei de tensiune nulă a întreruptorului I_1 se comandă declanșarea acestuia și deci întreruperea alimentării motorului. Oprirea motorului se face prin apăsarea pe butonul b_0 aflat în circuitul de alimentare al bobinei releului de tensiune nulă, comandîndu-se astfel deschiderea întreruptorului I_1.

Creșterea continuă a consumului de aer comprimat a dus la realizarea de compresoare cu debite mult mai mari. Din aceste tipuri de compresoare sînt utilizate în prezent cele cu debite de 30 m^3/h sau 45 m^3/h.

În figura 2.43 este reprezentată schema electrică de acționare a unui compresor tip 3 V 45/7.

Acționarea compresorului este realizată cu ajutorul unui motor sincron de 300 kW, alimentat la tensiunea de 380 V, cu frecvență de 50 Hz și turația de 300 rot/min.

Pentru comanda și pornirea motorului de acționare, schema este prevăzută cu un tablou automat tip TSA 5 cu caracteristicile :

— puteri cuprinse între 255 și 630 kW,

— frecvența 50 Hz.

Înainte de punerea în funcțiune a tabloului se recomandă să se verifice funcționarea acestuia, decuplîndu-se tensiunea care alimentează tabloul, după care se deblochează circuitul de declanșare prin deschiderea contactului normal închis al releului de tensiune nulă *RTN* din circuitul releului notat în schemă *1RL*, care comandă declanșarea întreruptorului.

Apoi se trece la alimentarea schemei de comandă cu tensiunea operativă prin închiderea întreruptorului datorită cărui fapt se va produce :

— semnalizarea alimentării circuitului de comandă prin aprinderea lămpii *1LV* și care rămîne aprinsă pe toată durata funcționării tabloului,

— semnalizarea poziției întreruptor *„DESCHIS“* prin aprinderea lămpii *2LV*,

— pornirea motorașului dispozitivului *DRI* avînd loc armarea și pregătirea întreruptorului IUP-15 pentru anclașare.

Anclașarea întreruptorului principal este comandată prin apăsarea pe butonul de comandă *Ba*, datorită cărui fapt se produc :

— închiderea întreruptorului IUP-15,

— anclașarea releului *2RI*, care semnalizează închiderea întreruptorului prin aprinderea lămpii *1 LR* și stingerea lămpii *2 LV*.

Mersul motorului de antrenare în regim asincron este semnalizată prin aprinderea lămpii *2LR* ;

— pregătirea circuitului de declanșare și controlul acestui circuit prin intermediul releului *RCD* și prin aprinderea lămpii *3LR* ;

— anclașarea releului *3RI,* cu o temporizare de 0,5—1,5 s datorită grupului DI_2 din circuitul său. Releul DI_2 comandă anclașarea contactorului D_1 care scurtcircuitează rezistența de descărcare *RD.*

Anclașarea contactorului *D* este semnalizată prin stingerea lămpii *2LR.* Apoi se comandă declanșarea întreruptorului, după care se repetă operația de anclașare, acționînd în prealabil manual clapeta releului de alimentare *RA.*

În felul acesta se ajunge la situația de pornire prin anclașarea releului *RS* și datorită cărui fapt se produce :

— scurtcircuitarea bobinelor releelor, maximale pe rezistențele RS_1 și RS_2 (evitînd astfel declanșarea motorului de la rețea în timpul pornirii) ;

— comanda temporizării în cadrul protecției contra pornirii prelungite, adică a releului de timp *RTS.*

În această situație, contactorul de scurtcircuitare *D* nu trebuie să anclașeze decît la eliberarea clapetei releului *RA.*

În caz că se reține clapeta *RA* un timp mai mare decît timpul pentru care a fost reglat releul de timp *RTS,* tabloul va declanșa de la rețea (protecția de pornire prelungită).

O deosebită atenție trebuie acordată verificării de declanșare a întreruptorului cu semnalizările corespunzătoare pentru toate situațiile de protecție realizate : de curent maximal, de tensiune nulă și de pornire prelungită, prin acționarea manuală a acestor protecții (scurtcircuitarea contactelor) de obicei cu ajutorul unei șurubelnițe.

După fiecare declanșare a întreruptorului prin intermediul protecției se procedează la deblocarea circuitului de declanșare apăsînd pe butonul de deblocare *BR,* verificîndu-se cu această ocazie funcționarea situațiilor de avarie cu semnalizare, fără comanda declanșării, curentul de punere la pămînt cu ajutorul lămpii *4LR,* apariția defectelor în circuitul de declanșare cu ajutorul lămpii *3LR,* funcționarea hupei prin demontarea unei siguranțe din circuitul de comandă, funcționarea contactului *RF* de forțare a excitației prin acționarea manuală asupra contactului releului de tensiune *RTM* etc.

Pornirea motorului se face în situația de mers în gol a utilajului antrenat : compresoare de aer, pompe de apă etc. prin închiderea întreruptorului și avînd cursorul reostatului de excitație *RE* situat pe o poziție intermediară.

O dată cu cuplarea directă a motorului la rețea va trebui să anclașeze releul de alunecare *RA.* Acest releu determină durata de timp de mers în regim asincron al motorului. Funcționarea motorului fiind semnalizată de lampa *2LR.*

În momentul cînd turația motorului este aproape de cea de sincronism, releul *RA* declanșează și comandă sincronizarea motorului prin scurtcircuitarea rezistenței de descărcare *RD*.

După intrarea în sincronism a motorului se poate acționa pentru încărcarea motorului la sarcina nominală.

Oprirea motorului se realizează prin apăsarea pe butonul de declanșare *Bd* (fără a mai reduce în prealabil excitația).

Compresoarele de aer comprimat mobile cu debite și presiuni mici sînt acționate de motoare asincrone trifazate în scurtcircuit de puteri diferite.

2.7. UTILAJE DE SUDARE. PRINCIPII DE FUNCȚIONARE ȘI SCHEME ELECTRICE DE ACȚIONARE

În construcțiile metalice și de mașini este nevoie adeseori să se asambleze fix diferite piese metalice, astfel încît ele să devină continue, iar asamblarea lor permanentă.

Acest lucru este realizat frecvent prin procedeul de sudare a metalelor care realizează îmbinarea pieselor prin încălzirea locală a acestora pînă la starea de plastifiere sau topire și solidificarea metalului topit sau plastic.

În fig. 2.44 este reprezentată schema principală a clasificării procedeelor de sudare pe baza energiei folosite pentru sudare.

Cel mai răspîndit procedeu de sudare, pentru majoritatea ramurilor industriale, este sudarea electrică cu arc. Acest procedeu, bazat pe topirea metalului cu ajutorul arcului electric ce se formează între electrod și piesă, folosește diferite surse de curent. Sursele de curent pentru menținerea arcului de sudură pot fi de curent alternativ sau continuu. În vederea obținerii acestor surse se folosesc generatoare sau transformatoare de sudură.

Grupurile de sudură sînt utilaje formate din generatoare de sudură antrenate de motoare electrice sau de motoare cu ardere internă. Grupurile antrenate de motoare electrice sînt utilizate în ateliere sau locuri de lucru prevăzute cu surse de energie electrică, iar grupurile antrenate de motoare cu ardere internă se folosesc în general pe șantiere, sau zone neprevăzute cu surse de energie electrică. Grupurile antrenate de motoare electrice, în practică, sînt denumite convertizoare de sudură. Construcțiile moderne de convertizoare de

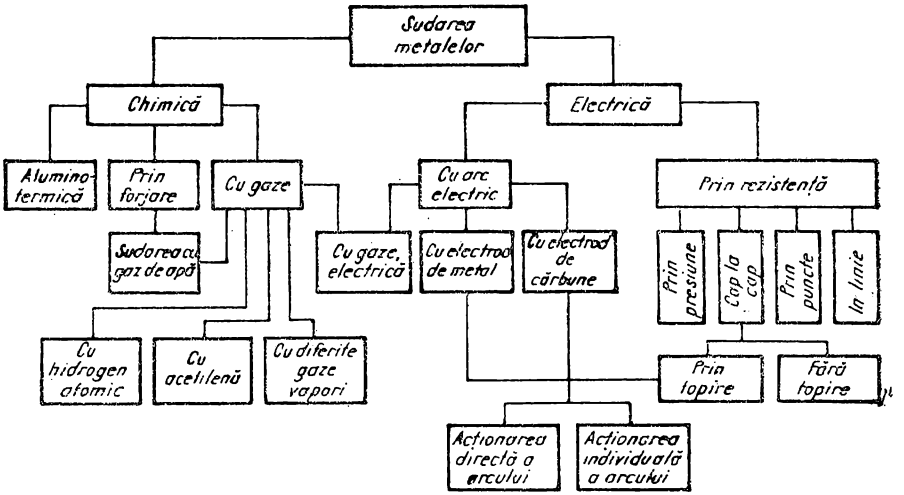


Fig. 2.44. Clasificarea procedeelor de sudare.

sudură au motorul și generatorul montat pe același ax, formînd un ansamblu comun (monobloc de sudură). Grupurile de sudură formate din motor și generator, indiferent dacă motorul este electric sau cu ardere internă, sînt denumite agregate de sudură și pot fi staționare sau mobile.

Tendința modernă de îmbunătățire a calității și performanțelor utilajelor de sudare a făcut ca în ultimul timp să apară o nouă generație de grupuri de sudură cu indici de utilizare superiori. Din această generație de grupuri frecvent utilizate în industrie, sînt grupurile de sudură tip CS.

În figura 2.45 este reprezentată schema electrică a convertizorului de sudură tip CS 315. Dacă este necesar un curent de sudură mare, generatoarele pot fi legate în paralel. Pentru a menține stabilitatea în funcționarea în paralel, legăturile se fac conform schemei din fig. 2.46, astfel că înfășurarea de excitație a primului generator să fie alimentată cu tensiunea celui de al doilea.

Mărirea productivității muncii în operațiile de sudare a favorizat introducerea în procesele de fabricație a procedeului de sudare sub strat de flux, care se pretează cel mai bine la mecanizarea și automatizarea operațiilor de sudare.

Automatizarea și mecanizarea procedeului de sudare electrică cu arc poate fi considerată ca una dintre principalele probleme ale tehnicii moderne de sudare.

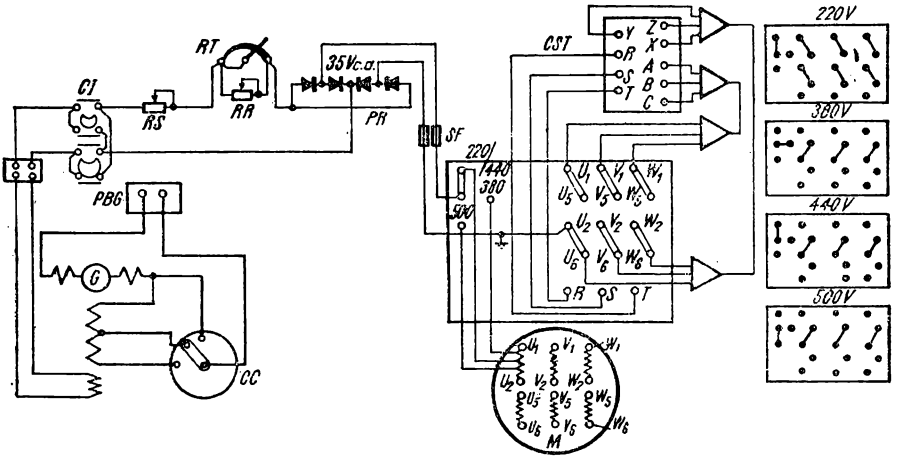


Fig. 2.45. Schema electrică a convertizorului de sudură tip CSC-315.

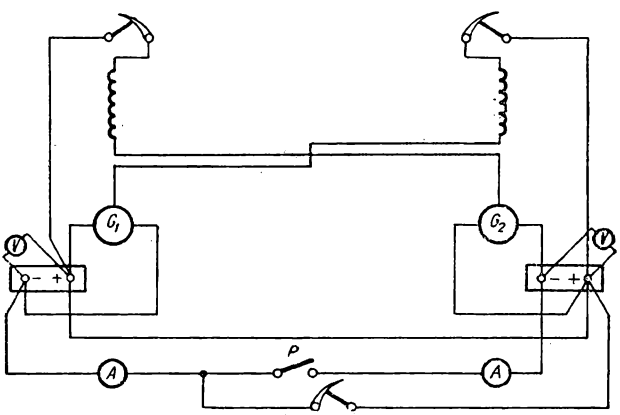


Fig. 2.46. Legarea în paralel a generatoarelor de sudură.

Pentru realizarea procesului de sudare automată este necesar un întreg complex de mașini, mecanisme și dispozitive, care formează o instalație automată pentru sudarea electrică cu arc.

Părțile componente principale ale unei instalații automate pentru sudare sînt :

— tractorul de sudură (sau capul de sudură),

— cofretul (cutia) de distribuție și de alimentare a automatului,

— transformatorul sau grupul de sudură.

În fig. 2.47 este reprezentată schema electrică a automatului de sudură AMG-1. Motorul automatului *MG* de curent continuu, cu putere de 0,1 kW, are turația reglabilă între 800 și 1 500 rot/min. Motorul este legat cu un cuplaj semirigid *1* la axul *3* al mecanismului de avans și de reversare pe care îl rotește într-o singură direcție, cu o viteză constantă stabilită. Pe axul *2* sînt montate două conuri de fricțiune din oțel pentru acționare. Cuplarea consecutivă a conurilor de acționare se face cu ajutorul bobinelor electromagnetice din stînga *S* și din dreapta *D*, prin care trece axa conurilor. Bobinele sînt alimentate de la același circuit independent de curent continuu de 60 V, ca și motorul automatului. Conul antrenat este angrenat fie cu conul de acționare din stînga, fie cu cel din dreapta, în funcție de bobina care este conectată în circuit. Intrarea curentului în bobină se face cu ajutorul releului electromagnetic *Rem*, a cărui înfășurare este legată în paralel cu arcul de sudură și alimentat la tensiunea lui.

Automatul funcționează în felul următor : se pornește agregatul de sudură, se conectează curentul de sudură și circuitul independent

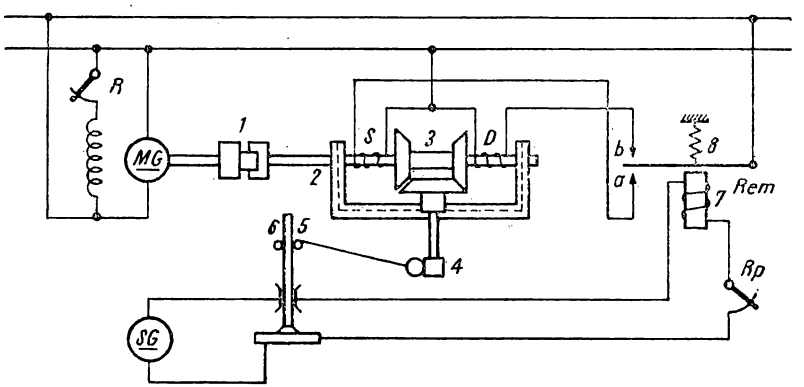


Fig. 2.47. Schema electrică a automatului de sudură tip AMG 1.

auxiliar de curent continuu la tensiunea de 60 V pentru comanda funcționării automatului, care se face prin rotirea electromotorului automatului și axului împreună cu conurile de acționare.

Înainte de amorsarea arcului, înfășurarea 7 a releului *Rem* se găsește sub tensiunea relativ înaltă de gol a generatorului de sudură *SG* și prin înfășurare trece un curent care crează un flux magnetic mai mare decît forța de tracțiune a arcului *8*. Armătura releului este atrasă spre contactul inferior *a*, conectînd bobina electromagnetică din stînga conurilor de acționare.

Cînd electrodul va atinge piesa, tensiunea în înfășurarea releului scade aproape pînă la zero. Armătura releului revine în sus datorită forței arcului *8*, închizînd contactul superior *b*. În rețeaua de curent continuu se conectează bobina electromagnetică din dreapta, care împinge axul *2* spre stînga făcînd să intre în acțiune conul de acționare din dreapta.

Funcționarea mecanismului de avans permite astfel schimbarea sensului, iar electrodul este îndepărtat de la piesă, amorsînd arcul. Începe în acest fel procesul normal de sudare, la care electrodul înaintează tot timpul pe piesă cu o viteză medie constantă. Reglajul vitezei de avans a electrodului se face, în mare, cu ajutorul cutiei de viteze și prin ajutorul reostatului de reglaj *R* și al electromotorului *MG*. Lungimea arcului este reglată cu ajutorul reostatului *Rp* din circuitul înfășurării releului sau prin întinderea arcului *8* al armăturii releului.

Automatul AMG-1 este destinat pentru sudarea electrică cu arc descoperit, cu sîrmă între 3 și 6 mm diametru și curenți de sudură între 100 și 450 A.

În procesele tehnologice de fabricație pentru sudarea sub flux cu arc de curent alternativ (pentru curenții pînă la 200 A) o largă utilizare o au automatele cu acțiune continuă de tip ADS-1000.

Schema electrică de principiu a automatului este reprezentată în fig. 2.48. Alimentarea arcului se face de la un transformator de sudură *TS*, printr-un regulator cu bobină de reactanță *RS*. Alimentarea motorului de curent continuu pentru acționarea automatului *MC*, se face de la un agregat auxiliar de comandă format dintr-un motor de curent alternativ asincron trifazat M_1, și două generatoare de curent continuu *GG* și *GK*, cuplate direct la motorul M_1. Generatorul *GG* alimentează motorul automatului *MC*, iar generatorul *GK* alimentează motorul căruciorului pentru deplasarea automatului *MK* în lungul cusăturii sudate.

Pentru alimentarea cu curent continuu a înfășurărilor de excitație ale generatoarelor și motoarelor de curent continuu, se folosesc două redresoare statice cu semiperioadă *RDV* și *RNV*.

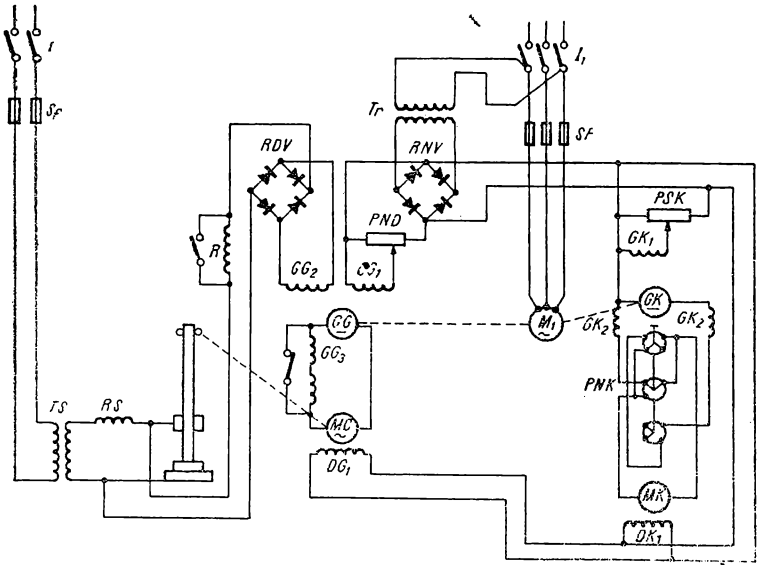


Fig. 2.48. Schema electrică a automatului de sudură tip ADS-1000.

Motoarele *MC* și *MK* au excitație independentă : înfășurările lor de excitație se alimentează de la rețeaua de curent alternativ, printr-un transformator coborîtor de tensiune *Tr* și un redresor *RNV*. Excitația electromotorului *MC* este alimentată cu curent de la un generator auxiliar *GG* al automatului. Înfășurările de excitație independente ale generatorului *GG* sînt legate diferențial, invers una față de alta și crează o forță magnetomotoare rezultantă, egală cu diferența forțelor magnetomotoare ale celor două înfășurări. Înfășurarea GG_1 este alimentată de la redresorul *RNV*, prin potențiometrul *PND* la tensiune constantă. Curentul în această înfășurare și amperspirele ei sînt constante și nu depind de starea circuitului de sudură. A doua înfășurare de excitație GG_2 este alimentată de la tensiunea arcului prin redresorul *RDV*. Curentul în înfășurări și în amperspirele lor sînt proporționale cu tensiunea arcului de sudură.

Conform schemei, turația motorului automatului *MC* este proporțională cu tensiunea generatorului de comandă și sensul lui de rotație se modifică prin schimbarea polarității la bornele generatorului. La tensiunea normală a arcului, generatorul *GG* dezvoltă o tensiune care asigură avansul sîrmei cu ajutorul motorului *MC*, cu o viteză egală cu viteza de topire. O dată cu mărirea sau micșorarea tensiunii

arcului crește sau se micșorează corespunzător viteza de avans a sîrmei. La o micșorare însemnată a tensiunii arcului sau la producerea unui scurtcircuit, are loc inversarea sensului de rotație a motorului *MC* și îndepărtarea sîrmei electrod de piesă, astfel încît stingerea arcului se face automat.

Pe lîngă cele două înfășurări ale excitației independente care comandă generatorul *GG*, mai există o a treia înfășurare serie de autoexcitare GG_3 al cărei scop este de a îmbunătăți proprietățile dinamice ale automatului, accelerînd modificarea vitezei de avans a sîrmei, la variații ale lungimii arcului de sudură.

Generatorul *GK* alimentează electromotorul de deplasare a arcului *MK*, care funcționează la viteza constantă, reglată cu ajutorul potențiometrului *PSK*, sensul de deplasare se modifică prin comutarea sensului curentului de alimentare a excitației motorului *MK*, cu ajutorul comutatorului *PNK*.

2.8. UTILAJE FOLOSITE ÎN ATELIERELE DE TURNĂTORIE ȘI DE FORJARE. PRINCIPII DE FUNCȚIONARE ȘI SCHEMELE ELECTRICE DE ACȚIONARE

Principalele metode de obținere a semifabricatelor organelor de mașini sînt : metoda turnării, deformării prin forjare sau matrițare etc.

Procesele tehnologice de fabricație a pieselor turnate sau forjate sînt numeroase și variate, cuprinzînd foarte multe operații. Aceste operații se realizează cu ajutorul unui număr mare de mașini și a altor utilaje specializate.

În atelierele de turnătorie se prepară amestecurile pentru turnare și pentru miezuri, se execută formele și miezurile pentru turnare, se topește metalul în vederea turnării, se dezbat și se curăță piesele turnate etc., iar în atelierele de forjă se execută operații tehnologice care constau în întindere, planare, refulare (turtire, ștafuire sau îndesare), găurire, tăiere, îndoire, sudare, ambutisare, matrițare etc.

Mecanizarea procesului tehnologic în atelierele de turnătorie și forjă a condus la folosirea unor tipuri de utilaje universale sau specializate care să realizeze, pe cît posibil, toate procesele de fabricație a pieselor.

În funcție de destinația lor, utilajele folosite în turnătorii sau ateliere de forjă pot fi :

— mașini pentru prepararea amestecului de formare,
— mașini pentru formare,
— mașini pentru dezbaterea formelor și miezurilor,
— utilaje pentru curățirea pieselor,
— utilaje pentru turnare (mașini de turnat centrifugal și sub presiune etc.).
— utilaje de forjare (ciocane mecanice, pneumatice, prese cu fricțiune sau hidraulice etc.).

Funcționarea în bune condiții a mașinilor și utilajelor de turnătorie și forjare are un rol deosebit în buna desfășurare a procesului de fabricație, în special în condițiile producției de serie mare sau de masă, unde aceste utilaje sînt folosite curent.

În condițiile lucrului în turnătorie sau forje, principalul mijloc pentru acționarea utilajelor îl constituie echipamentul pneumatic sau hidraulic, datorită cărui fapt a căpătat o largă utilizare acționarea hidraulică sau hidropneumatică. Acționarea electrică, combinată cu cea pneumatică sau hidraulică, permite găsirea mijloacelor cît mai simple și mai avantajoase pentru acționarea utilajelor respective. Datorită acestui fapt, în marea lor majoritate, schemele electrice de acționare a utilajelor de turnătorie sau forje, se reduc la acționarea transmisiilor mecanice sau a pompelor de la mecanismele hidraulice ale acestora.

În cele ce urmează se analizează cîteva scheme electrice de acționare specifice acestor tipuri de utilaje.

În fig. 2.49 este reprezentată schema electrică de acționare a mașinii de format prin scuturare cu acționare electromecanică prin intermediul unui motor electric asincron de 4 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 500 rot/min.

Pentru acționare, mașina este prevăzută cu un reductor și două came, care au rolul de a ridica masa mașinii în lungul a patru coloane de ghidare în timpul funcționării.

Punerea sub tensiune a schemei se face cu ajutorul întreruptorului general *Ig*, care permite anclanșarea sau declanșarea motorului electric de la rețeaua de alimentare. Comanda pornirii motorului electric *M* se face cu ajutorul a două butoane de comandă b_1 și b_0, care acționează asupra contactorului *C*. Butoanele de comandă sînt montate într-o casetă fixată pe partea din față a batiului mașinii. Protecția echipamentului electric al mașinii împotriva scurtcircuitelor sau a suprasarcinilor se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și al releelor termice *Rt*.

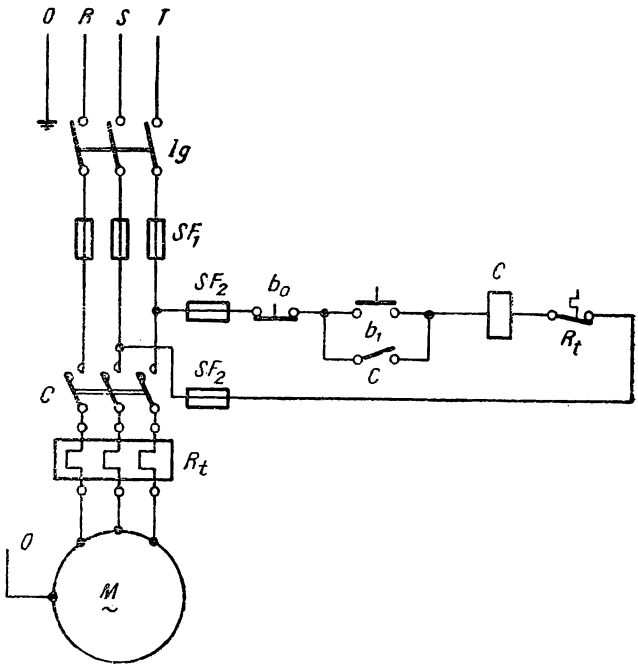


Fig. 2.49. Schema electrică a mașinii de format prin scuturare.

În atelierele de turnătorie o largă utilizare o au mașinile de format prin presare și mașinile de turnat sub presiune.

Acționarea mașinilor se face electrohidraulic prin intermediul unui motor electric asincron trifazat de 14 kW, alimentat la tensiunea de 220/380 V și turația 1 500 rot/min.

Schema electrică de acționare este similară cu aceea din fig. 2.38 și se reduce în general la acționarea motorului electric al pompei de la sistemul hidraulic al mașinilor respective.

Punerea sub tensiune a schemei este realizată cu ajutorul unui întreruptor stea-triunghi. Pentru a evita pornirea motorului direct cu legătura în triunghi se impune ca, după oprire, maneta întreruptorului stea-triunghi să fie adusă în poziția *0*, iar pornirea să se facă numai din această poziție.

Pentru protecția împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor, schema este prevăzută cu siguranțe fuzibile, cu inversor automat DITA-25 T în interiorul căruia se află blocul cu relee termice și

electromagnetice. Punerea sub tensiune a schemei este semnalizată cu ajutorul lămpii de semnalizare.

Aparatajul de comandă și protecție este fixat pe un panou care se introduce într-un tablou montat în apropierea mașinilor respective.

Caseta cu butoanele de comandă și lampa de semnalizare a punerii sub tensiune a schemei este fixată la partea inferioară a tabloului respectiv.

În atelierele de forjare sînt utilizate pe scară largă ciocanele de forjare cu autocompresor, prese de forjat hidraulic sau mecanic cu discuri cu fricțiune, mașini de forjat orizontale etc.

În fig. 2.50 este reprezentată schema electrică de acționare pentru ciocan de forjare cu autocompresor de 750 daN și presa cu fric-

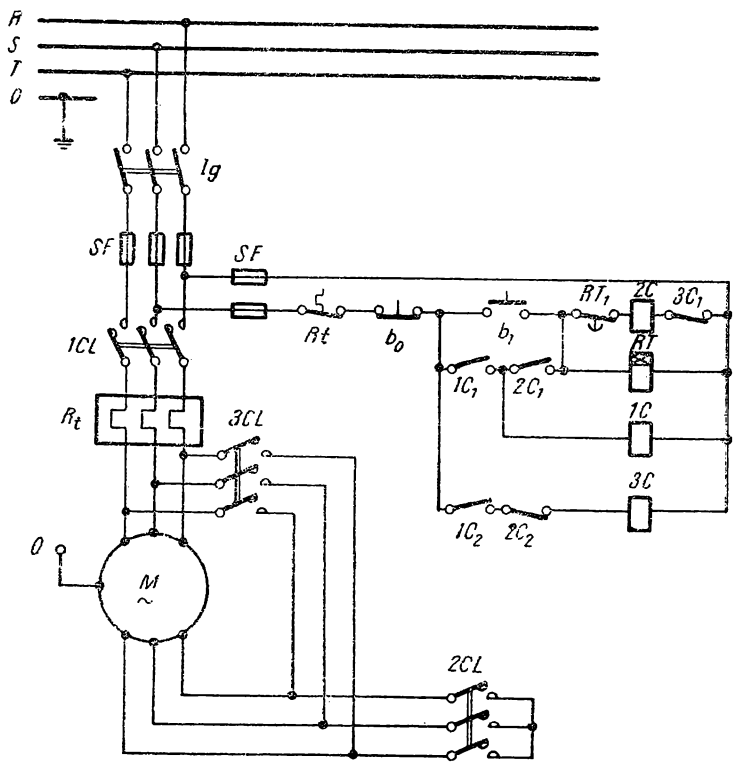


Fig. 2.50. Schema electrică de acționare a ciocanului autocompresor și a presei cu fricțiune cu două discuri.

țiune cu două discuri de fricțiune de 100 kN, acționate de cîte un motor electric asincron trifazat în scurtcircuit de 10 kW, la tensiunea de 220/380 V și turația de 1 500 rot/min.

Punerea sub tensiune a schemei se realizează prin conectarea întreruptorului general *Ig*. Așa cum se vede în schemă, pornirea motorului *M* este realizată printr-un contactor a cărui închidere este comandată automat de la butonul de pornire C_1 și prin rotirea manuală a întreruptorului stea-triunghi.

Schema este prevăzută cu o serie de blocaje care nu permit să se facă pornirea direct în triunghi.

Apăsînd pe butonul de pornire b_1 se închide circuitul bobinei releului de temporizare *RT*, în timp ce circuitul bobinei contactorului *2C* se închide numai dacă contactul normal închis $3C_1$ este închis (în acest caz contactul $3C_1$ este deschis, deoarece nu trece curent în circuitul *bobinei 3C*). Astfel contactul $3C_1$ asigură blocarea, prevenind prin aceasta provocarea unui scurtcircuit între faze, în cazul cînd contactele *3CL* și *2CL* ar fi închise.

Cînd trece curent prin bobina contactorului *2C*, se închid contactele principale *2CL* formîndu-se steaua, iar contactul auxiliar $2C_1$ se închide, alimentînd circuitul bobinei *1C*; $2C_2$ se deschide pentru a nu permite alimentarea contactorului *3C* și deci închiderea contactelor *3CL*. Trecînd curent prin bobina *1C*, se închid contactele principale *1CL*, care asigură cuplarea motorului la rețea, și contactele auxiliare $1C_1$ și $1C_2$ (contactul $2C_2$ fiind în continuare deschis). Încetînd apăsarea butonului de pornire b_1, circuitele continuă să fie alimentate prin contactele $1C_1$ și $2C_1$ care sînt închise.

După o perioadă de timp, suficientă pentru ca motorul să ajungă la o turație nominală, intră în acțiune releul de temporizare *RT*, care își deschide contactul său RT_1 (reglat cu întîrziere la deschidere) și întrerupe circuitul bobinei *2C*. Atunci se deschid contactele *2CL* și $2C_1$ și se închide contactul auxiliar $2C_2$, care permite alimentarea circuitului bobinei *3C*. Trecînd curent prin bobina *3C*, se deschide contactul auxiliar $3C_1$ și se închid contactele principale *3CL*, care permite conectarea motorului în triunghi.

Oprirea din funcțiune a utilajului se face prin apăsarea butonului de oprire b_0. Protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și a releelor termice *Rt*.

Aparatajul electric de comandă și protecție este montat pe un panou care este introdus într-un dulap amplasat pe un soclu de beton în apropierea utilajului, la distanță convenabilă pentru a permite accesul ușor în interiorul său.

După turnare sau forjare piesele confecționate se impune să fie curățate de bavuri sau țunder. Aceasta se face prin diferite procedee mecanice (polizare, dăltuire etc.) sau prin sablare cu nisip, ori alice metalice.

În ultimul timp o largă răspîndire a căpătat pentru curățirea pieselor metalice turnate sau forjate sablarea cu alice metalice în tunele sau camere închise.

În fig. 2.51 este reprezentată schema electrică de acționare a unei instalații de sablat cu alice metalice tip 353. Aceasta servește pentru curățirea cu alice metalice a suprafețelor pieselor turnate sau forjate.

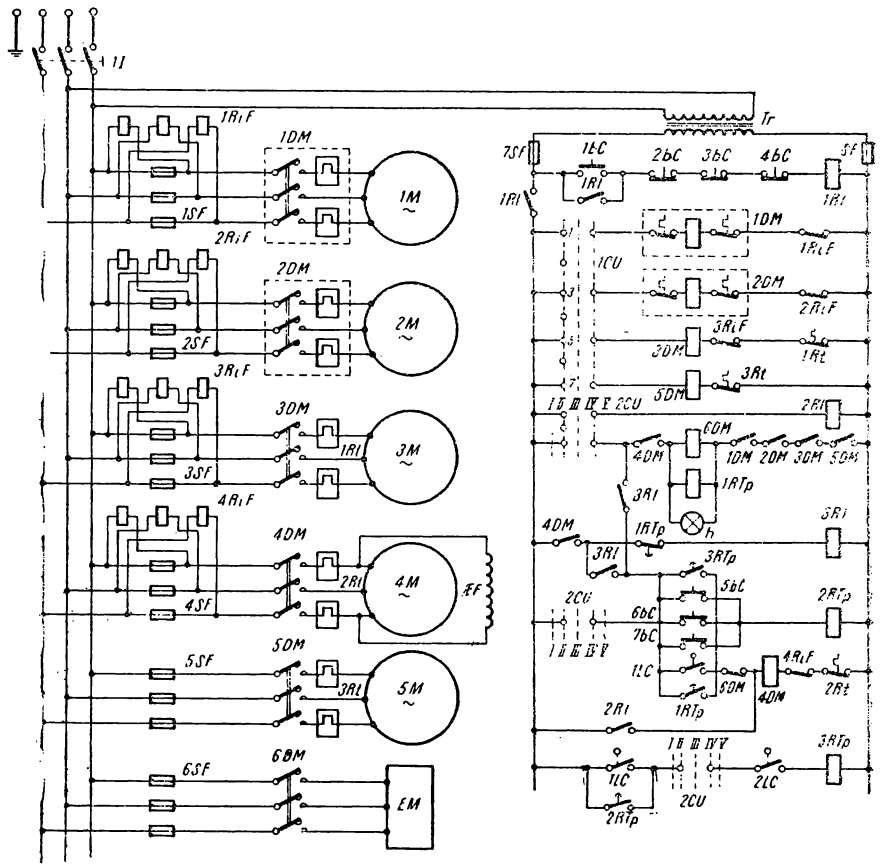


Fig. 2.51. Schema electrică a instalației de sablat cu alice metalice.

Schema electrică este elaborată pentru trei regimuri de comandă de la distanță : automat, semiautomat și individual.

Regimul de lucru semiautomat este caracterizat față de cel automat prin sistemul de lucru cu caracter discontinuu al funcționării mașinii, repetarea ciclului de lucru fiind făcută numai prin apăsarea de fiecare dată a butoanelor de comandă. În condițiile lucrului individual este posibilă comanda separată a mecanismelor de acționare a mesei rotative.

Acționarea mecanismelor mașinii se face cu ajutorul a cinci motoare electrice astfel :

— două motoare electrice asincrone trifazate *1M* și *2M* de cîte 14 kW, alimentate la tensiunea de 220/380 V și 2 800 rot/min pentru acționarea mecanismelor de sablat cu alice ;

— un motor electric *3M*, asincron trifazat de 2,8 kW, la tensiunea de 220/380 V și 1 500 rot/min pentru acționarea elevatorului ;

— două motoare electrice asincrone trifazate *4M* și *5M* de cîte 3 kW, la tensiunea de 220/380 V și 1 500 rot/min, pentru acționarea meselor și a platformei rotative a instalației.

Transmiterea comenzilor se face de la distanță prin intermediul unui pupitru prevăzut cu următoarele aparate :

— comutatorul *1CU*, pentru conectarea concomitentă a motoarelor electrice de acționare ;

— comutatorul de regimuri *2CU* prevăzut cu cinci poziții de comandă : în poziția *I* se realizează conectarea electromagnetului *EM* pentru acționarea clapetei care realizează intrarea alicelor metalice de la alimentatorul instalației ; în poziția *II* se asigură cuplarea mecanismului de rotire al platformei rotative și meselor ; în poziția *III* se permite deconectarea meselor platformei rotative și clapetei de reglare a intrării alicelor metalice ; în poziția *IV* se permite funcționarea instalației în regim de lucru semiautomat ; în poziția *V* se permite funcționarea instalației în regim automat ;

— butoanele de comandă ale instalației au următorul rol funcțional : *1bc, 2bc, 3bc* și *4bc* pentru pornirea și oprirea instalației, *5bc, 6bc* și *7bc* pentru pornirea repetării ciclului în regim de lucru semiautomat.

Aparatajul de comandă, protecție și semnalizare este montat într-un dulap amplasat în apropierea instalației.

Limitatoarele de cursă sînt montate pe mecanismele instalației (*1LC* pe mecanismul de rotire a platformei rotative și *2LC* pe mecanismul de acționare a clapetei). Instalația este prevăzută cu relee de timp care au următoarea destinație :

— *1RTp* pentru reglarea duratei de deschidere a clapetei în vederea sablării ;

— *2RTp* pentru asigurarea blocării contactelor de pornire a demarorului magnetic *4DM* ;

— *3RTp* pentru blocarea automată a rotirii mesei în timpul evacuării complete a resturilor de alice metalice și a pieselor sablate după închiderea clapetei.

Funcționarea instalației în regim de lucru automat. Pentru funcționarea instalației în regim de lucru automat, se închide întreruptorul *1I*, iar butoanele comutatoarelor se așază în următoarele poziții *1CU „cuplat"*, *2CU „automat"*, după care se apasă pe butonul *1bc. „pornirea instalației"*. În acest caz se conectează releul *1RI* al cărui contact normal deschis conectează alimentarea circuitelor de comandă. În același timp se conectează motoarele *1M* și *2M* ale mecanismelor de sablat, motorul *3M* al elevatorului și motoarele *4M* și *5M* de acționare a platformei rotative și meselor, precum și releul de timp *3RTp*, deoarece contactele normal deschise de limitatoarele de cursă *1LC* și *2LC* sînt închise pe toată perioada cît este închisă clapeta și platforma rotativă se află în poziție fixă. Releul de timp *3RTp* este prevăzut cu un contact normal deschis a cărui închidere se face cu întîrziere la conectarea bobinei releului. Odată cu închiderea contactului normal deschis al releului *3RTp*, care conectează demarorul *4DM*, mecanismele de sablat, elevatorul, și mesele ating viteza nominală și platforma instalației începe să se rotească introducînd în camera de lucru cîte o masă încărcată cu piese. În același timp, contactul normal închis al demarorului *4DM* conectează releul intermediar *3RI*, care rămîne cu autoalimentare. După rotirea platformei cu un unghi de 120°, circuitul de alimentare al bobinei demarorului *4DM* este întrerupt de către contactul normal închis al limitatorului de cursă *1LC* și motorul de acționare al mesei se oprește, deconectîndu-se cu aceeași ocazie și electromagnetul de frînare *EF*. Acesta permite blocarea mecanismului de acționare într-o poziție fixată.

La conectarea demarorului *4DM*, contactul său normal deschis se închide și conectează circuitul de alimentare al bobinei demarorului *5DM* prin intermediul contactului normal deschis al releului intermediar *3RI*.

Contactele demarorului *6DM* conectează electromagnetul trifazat *EM*, care deschide clapeta și alicele ajung în dispozitivele de sablat, începînd astfel curățarea pieselor pe una din mese.

O dată cu conectarea demarorului *6DM* se conectează releul de timp *1RTp* și lampa de semnalizare *h*, care semnalizează începerea sablării. După o anumită perioadă de timp releul *1RTp* se deschide, deconectînd bobina releului intermediar *3RI*.

Unul din contactele normal deschise ale releului *3RI* întrerupe circuitul de autoalimentare, iar celălalt contact normal deschis, întrerupe circuitul de alimentare al bobinelor demarorului magnetic *6DM* și releului de timp *1RTp*, pe care le deconectează împreună cu lampa de semnalizare *h*. În același timp se deconectează și electromagnetul *EM* pentru acționarea clapetelor, care se închid, întrerupînd astfel intrarea alicelor metalice în mecanismele de sablat și sablarea se termină, încheindu-se astfel ciclul de curățare a pieselor. Electromagnetul *EM*, deconectîndu-se, acționează o pîrghie corespunzătoare a limitatorului de cursă *2LC*. În acest caz se închide circuitul bobinei de alimentare a releului de timp *3RTp*, deoarece contactul normal deschis al limitatorului de cursă *1LC* era închis la pornirea mesei, iar comutatorul *2CU* se află în poziția de comandă *5*, închizînd circuitul de comandă automat. Contactul releului de timp *3RTp*, care intră în funcțiune cu întîrziere la deconectarea bobinei *3RTp*, asigurînd astfel evacuarea resturilor de alice rămase în mecanismele de sablat după închiderea clapetei, asigurînd și închiderea circuitului de alimentare al bobinei demarorului *4DM* al motorului *4M* pentru acționarea platformei rotative. Totodată se deconectează și electromagnetul de frînare *EF*, eliberînd dispozitivul de acționare a platformei rotative, care începe să se rotească, deplasînd masa următoare în camera de lucru, în timp ce prima masă părăsește camera de curățare.

La rotirea platformei cu 120° contactul normal închis al limitatorului *1LC* se deschide, favorizînd deconectarea electromagnetului de frînare *EF* și a motorului de acționare *4M*, cu care ocazie platforma rotativă se oprește. Apoi ciclul de lucru se repetă.

Funcționarea instalației în regim semiautomat. La funcționarea în regim semiautomat se obține de obicei, aceeași succesiune a fazelor, însă numai în decursul unui singur ciclu. Pentru fiecare repetare a ciclului este necesar să se apese pe unul din butoanele de comandă *5bc*, *6bc* sau *7bc*.

În regim semiautomat comutatorul *2CU* se află în poziția de comandă *IV*.

La apăsarea unuia dintre cele trei butoane de comandă pentru pornirea în regim semiautomat a instalației, se conectează releul de timp *2RTp* al cărui contact normal deschis blochează contactul normal închis al limitatorului de cursă *1LC* care este deschis.

Contactul normal deschis al releului de timp *2RTp* se conectează instantaneu la conectarea releului și se deschide cu întîrziere după deconectarea bobinei.

Protecția motoarelor electrice și a aparatajului electric de comandă și semnalizare împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor este realizată cu ajutorul siguranțelor fuzibile notate cu *SF* și a releelor termice *Rt*.

Pentru deconectarea motoarelor de la rețea în cazul arderii siguranțelor, schema este prevăzută cu relee de întrerupere a fazei *RiF*, ale căror bobine funcționează normal la o tensiune de 12 V în curent alternativ.

În cazul cînd se arde siguranța, releul de întrerupere a fazei intră în funcțiune instantaneu și prin contactul său normal închis întrerupe circuitul de alimentare al demarorului magnetic corespunzător.

După intrarea în funcțiune, readucerea releului de întrerupere a fazei în poziția normală este posibilă numai prin apăsarea unui buton care eliberează clichetul mecanismului releului.

Pentru coborîrea tensiunii în circuitul de comandă, schema este prevăzută cu un transformator coborîtor de tensiune de la 220 V la 12 V notat cu *Tr* în schemă.

2.9. UTILAJE FOLOSITE ÎN ATELIERELE DE VOPSITORIE ȘI IMPREGNARE. PRINCIPII DE FUNCȚIONARE ȘI SCHEME ELECTRICE DE ACȚIONARE

Acțiunea agenților atmosferici și chimici joacă un rol important în ce privește durata de funcționare a utilajelor și instalațiilor. Din aceste motive se impune realizarea unor protecții corespunzătoare ale acestora, pentru a putea rezista în condițiile lucrului în medii umede sau cu acțiune corozivă.

Utilizarea unor tehnologii avansate de protecție prin vopsire asigură satisfacerea acestor condiții.

Pentru realizarea unor producții de utilaje în serie, proces de fabricație care constă în aplicarea unei tehnologii de vopsire prin uscare la rece, prezintă dezavantajul că necesită spații mari de depozitare și condiții speciale de temperatură și umiditate. Din aceste considerente, în practică, au început să fie utilizate din ce în ce mai mult instalații de uscare cu temperaturi de lucru ridicate care folosesc ca sursă de încălzire aburul, gazele de ardere, energia electrică etc. Din această grupă de instalații o largă folosire au căpătat cuptoarele de uscare cu raze infraroșii și prin radiație, convecție sau convecție-radiație.

În fig. 2.52 (planșă) sînt prezentate schemele electrice de forță, comandă și semnalizare pentru un cuptor de uscare electric prin convecție.

Încălzirea pieselor vopsite se face prin vehicularea aerului cald cu ajutorul unui ventilator centrifugal acționat de motorul M_1. Aerul, în trecerea sa, spală rezistențele electrice de încălzire și piesele de uscare. Rezistențele electrice care formează sursa de încălzire sînt grupate în trei sisteme funcționale ($r_1 = 7$ kW ; $r_2 = 7$ kW ; $r_3 = 3$ kW).

Supravegherea temperaturii în cuptor se realizează cu ajutorul termorezistenței tr_1 prevăzută cu logometrul regulator lr_1, prin care se asigură măsurarea reglării temperaturii. Puterea totală de încălzire este dată de rezistențele r_1, r_2 și r_3 legate în paralel (17 kW), iar puterea redusă (economică) este dată de rezistențele r_1 și r_2 legate în serie ($14/4 = 3$ kW).

Evacuarea gazelor și a noxelor se face cu ajutorul unui ventilator centrifugal acționat de motorul M_2 racordat la tubulatura de ventilație.

Completarea cu aer proaspăt a cuptorului se realizează cu ajutorul unei clapete de aer acționată pneumatic prin intermediul unui distribuitor de aer comandat de către electromagnetul Em_1. Deschiderea acestei clapete este realizată de către limitatorul b_3 prin intermediul căruia se acționează și punerea în funcțiune a ventilatorului pentru evacuarea gazelor arse și noxelor din cuptor.

După introducerea pieselor vopsite sau impregnate în cuptor se închide ușa acestuia și se pune instalația electrică sub tensiune. În acest fel sînt conectate la rețea rezistențele electrice de încălzire r_1,

r_2 și r_3 cu puterea totală și după o perioadă de timp (de cîteva minute) intră în funcțiune ventilatorul de recirculare a aerului cald M_1, iar clapeta de aer proaspăt acționată de electromagnetul Em_1 se deschide. În același timp este pus în funcțiune și ventilatorul de evacuare gaze arse și noxe M_2 prin limitatorul b_3. După o perioadă de timp, dinainte reglată, ventilatorul de evacuare gaze arse și noxe M_2 se oprește automat după ce, în prealabil, s-a închis clapeta de introducere aer proaspăt.

Se are în vedere că oprirea ventilatorului M_2 și închiderea clapetei de aer proaspăt se realizează după evaporarea și evacuarea solvenților conținuți de vopsele și lacuri. Timpii necesari realizării acestora se pot regla în limite suficient de largi cu ajutorul releelor de timp.

În toată această perioadă de timp rezistențele r_1, r_2 și r_3 rămîn conectate la rețea și ventilatorul pentru recirculare de aer proaspăt funcționează.

După terminarea perioadei de uscare (polimerizare) a peliculei de vopsea sau lac (dinainte reglată), se deschide clapeta de introducere aer proaspăt Em_1, pornește ventilatorul de evacuare gaze arse și noxe M_2 și se oprește ventilatorul de vehiculare a aerului cald M_1, precum și rezistențele de încălzire. După încă o perioadă de timp, dinainte reglată, se oprește și ventilatorul de evacuare noxe și se produce semnalizarea acustică și optică a terminării ciclului de uscare.

Oprirea accidentală a unui ventilator, sau a rezistențelor de încălzire, precum și creșterea presiunii în cuptor peste limitele admise este, de asemenea, semnalizată acustic și optic.

Punerea schemei sub tensiune se realizează prin cuplarea întrerupătorului automat Ia_1.

Prin apăsarea pe butonul b_{12} se închide contactorul C_0, alimentîndu-se cu energie electrică circuitele de comandă, prin intermediul transformatorului de separație Ts_1, după ce în prealabil a fost acționată cheia de comandă b_2 pe una din pozițiile de lucru (revizie sau tehnologic).

În cazul regimului de revizie, fiecare receptor din circuitele de forță (M_1, M_2, Em_1, r_1, r_2, r_3) poate fi comandat după dorință prin

intermediul butoanelor b_{31}—b_{36}, fără condiții de interblocare între acestea ; acest regim va fi utilizat numai pentru verificarea funcționării receptoarelor electrice din schemă.

În cazul regimului tehnologic, se procedează mai întîi la verificarea funcționării lămpilor de semnalizare h_1—h_{12}, a soneriei h_{21} și a hupei h_{31}, prin apăsarea pe butoanele b_{14}, b_{17}, respectiv b_{18}.

Pornirea ciclului în regim tehnologic se face apăsînd pe butonul b_{15}, oprirea acestuia făcîndu-se automat.

Sfîrșitul ciclului este semnalizat acustic prin sonerie h_{21} și optic prin lampa de semnalizare h_{10}.

În caz de necesitate, oprirea se realizează prin apăsarea pe butonul de oprire b_1, sau pe butoanele de avarie b_{01} ori b_{02} și instalația este scoasă de sub tensiune.

După apăsarea butonului de pornire b_{15}, se închid circuitele C_4, C_5 și C_6 cuplînd astfel rezistențele r_1, r_2 și r_3 la rețea, favorizînd astfel creșterea temperaturii în cuptor. Reglarea temperaturii se realizează automat, prin intermediul logometrului regulator lr_1, în modul următor :

Pînă la temperatura maximă sînt conectate la rețea rezistențele r_1, r_2 și r_3, în paralel (putere maximă). La atingerea valorii maxime a temperaturii, rezistențele sînt deconectate și cînd se ajunge la temperatura de lucru sînt reconectate în regim economic (r_1, r_2, în serie — 1/4 din puterea acestora). În cazul cînd temperatura în cuptor scade sub valoarea minim admisă, se reconectează rezistențele r_1, r_2, r_3 în paralel (putere totală). În caz contrar, la atingerea valorii maxime a temperaturii reglarea se face numai cu puterea economică.

La realizarea reglajului temperaturii concură logometrul regulator prin contactele lr_1, care se închide la depășirea temperaturii maxime lr_2, fiind închis pînă la atingerea valorii temperaturii de lucru, și lr_3, care este închis pînă la valoarea temperaturii minime, așa cum se vede în diagrama din fig. 2.53. De asemenea, concură la realizarea acestui reglaj și releele intermediare d_7 (este pus sub tensiune la atingerea temperaturii maxime), d_8 (este pus sub tensiune pînă la depășirea temperaturii minime, cînd își pierde alimentarea), d_9 și d_{10} (prin acestea se reconectează rezistențele în paralel în cazul

Diagrama de lucru a microreceptoarelor

b_{1-1} b_{1-2}

Elementul care îl acționează	Poziții / Contacte	Închisă	Cursa de deschidere	Deschisă
Ușa dulapului de comandă				

Diagrama de lucru a manometrului cu contacte electrice

r

Contacte	Presiunea P_{max}
1-2	

Diagrama de lucru a cheii de comandă

b_2

Etaj	Poziții / Contacte	Stînga	Mijloc	Dreapta
I	2-4			
	6-8			
II	2-4			
	6-8			

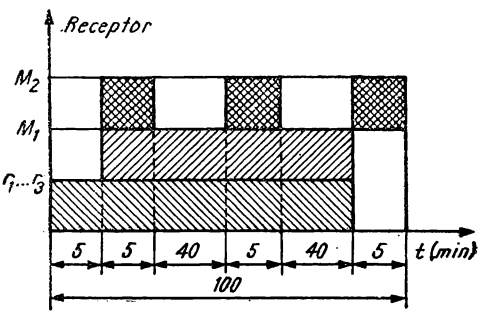
Diagrama de lucru a limitatorului de cursă

b_3

Elementul care îl acționează	Poziții / Contacte	Tijă acționată	Tijă neacționată
Tija cilindrului pneumatic	04 / 02		

Diagrama de lucru a logometrului regulator Lr_1

Contacte / Zonă	A	Tmin	B Tlucru	C Tmax	D
11-12					
22-23					
32-31					



Timpul de funcționare al ventilatorului recirculare aer cald

Timpul de funcționare al ventilatorului evacuare noxe

Timpul de funcționare al rezistențelor

Fig. 2.53. Diagrame de lucru ale echipamentului electric pentru reglarea și controlul temperaturii.

în care, fiind în serie, temperatura în loc să crească, scade sub valoarea minim admisă).

În același timp cu conectarea rezistențelor de încălzire este excitat și releul de timp d_{21} care determină intrarea în funcțiune a ventilatorului de recirculare aer cald M_1 prin închiderea contactelor normal deschise C_1, a clapetei de introducere aer proaspăt Em_1, prin închiderea contactelor normal deschise C_3 și a ventilatorului de evacuare gaze arse și noxe M_2, prin închiderea contactelor normal deschise C_2, a releului d_{12} și butonul b_3; totodată este excitat și releul d_{21} care hotărăște timpul cît trebuie să funcționeze ventilatorul de evacuare gaze arse și noxe.

Prin acest releu, după oprirea evacuării gazelor arse și noxelor se excită releul de timp d_{23}, care determină durata pauzei pentru evacuarea gazelor arse și noxelor.

După terminarea celei de a doua pauze pentru ventilatorul de evacuare gaze arse și noxe, prin intermediul releului d_6 sînt decuplate contactele normal deschise C_4, C_5, C_6 și C_7 care favorizează deconectarea rezistențelor de încălzire r_1, r_2 și r_3 și asigură oprirea ventilatorului de recirculare aer cald prin decuplarea contactelor C_1, iar în același timp pornește ventilatorul de evacuare gaze arse și noxe M_2, prin cuplarea contactelor normal deschise C_3 și C_2 a limitatorului b_3 și a releului d_{12}. O dată cu pornirea ventilatorului de evacuare noxe se cuplează și releul de timp d_{22} prin intermediul căruia, după o perioadă de timp dinainte reglată, este oprită și evacuarea noxelor.

La terminarea ciclului de funcționare se produce semnalizarea acustică prin soneria h_{21} și semnalizarea optică prin aprinderea lămpii h_{10}. Tot acustic și optic sînt semnalizate cazurile de producerea unor avarii în timpul funcționării cuptorului astfel : creșterea presiunii peste limita admisă prin releul d_{11}, oprirea accidentală a ventilatoarelor prin releul d_{25} sau prin hupa h_{31} și prin aprinderea lămpilor h_{11} și h_{12}.

Pentru ca ciclul de lucru să poată fi reluat trebuie apăsat mai întîi pe butonul b_{16} în vederea anulării tuturor autoreținerilor din schemă ; în caz contrar schema nu poate fi pusă în funcțiune.

Protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor prelungite este asigurată cu ajutorul siguranțelor fuzibile *SF* și a blocului de relee termice din automatul de pornire *Ia*.

Pentru operațiile de impregnare utilajele folosite sînt în general similare cu cele din vopsitorii din punct de vedere al acționării electrice.

O deosebită atenție trebuie acordată transportului în atelierele de vopsitorie și impregnare în vederea realizării unui flux tehnologic cît mai judicios. Dintre utilajele de transport cu acționare electrică frecvent utilizate în atelierele de vopsitorie și impregnare sînt transportoarele de diferite tipuri (la sol, suspendate etc.), precum și instalații de transport folosite și în celelalte ateliere prelucrătoare sau de montaj), însă echipamentul electric trebuie să fie în construcție antiexplozivă).

Pentru transportul pieselor în atelierele de vopsitorie și impregnare se folosesc transportoare la sol sau suspendate acționate de motoare electrice asincrone trifazate cu rotorul în scurtcircuit în construcție AE de 4 kW la tensiunea de 220/380 V, avînd turația de 1 000 rot/min.

Schema electrică de acționare a unui astfel de transportor este reprezentată în fig. 2.54.

Prin cuplarea întreruptorului manual *I*, se pune schema sub tensiune. Apăsînd butonul de pornire b_1 se închide circuitul de alimentare al bobinei contactorului de linie care își închide contactele sale normal deschise *C* din circuitul statoric al motorului și motorul *M* pornește. Odată cu închiderea contactelor principale *C* din

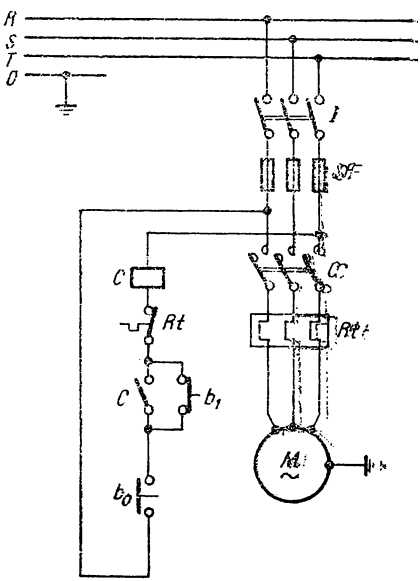


Fig. 2.54. Schema electrică a transportorului suspendat.

circuitul statoric al motorului, se închide și contactul C_1, care suntează butonul de pornire b_1 făcînd posibilă funcționarea motorului și după ce aceasta nu mai este apăsat. Oprirea transportului se face prin apăsarea pe butonul de oprire b_0, care deschide circuitul bobinei contactorului de linie, contactele acestuia din circuitul statoric al motorului se deschid, determinînd oprirea transportorului. Pornirea transportorului este posibilă numai la o nouă apăsare pe butonul de pornire b_1.

Protecția echipamentului electric împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor este asigurată prin siguranțele fuzibile *SF* și releele termice *Rt*.

3. EXPLOATAREA, ÎNTREȚINEREA ȘI REPARAREA ELEMENTELOR DE ACȚIONARE ALE UTILAJULUĪ INDUSTRIAL

3.1. CARACTERISTICILE TEHNICE ALE ECHIPAMENTULUI ELECTRIC PENTRU ACȚIONAREA UTILAJULUI INDUSTRIAL

Mărimile semnificative pentru aparatele electrice de joasă tensiune folosite în acționarea utilajului industrial sînt :

— *Curentul electric :* continuu sau alternativ ;

— *Frecvența curentului electric alternativ* reprezentată de numărul de perioade de timp pe secundă.

În cazul utilajelor industriale această frecvență este de 50 Hz, și mai rar de 60 Hz.

— *Tensiunea nominală* a aparatelor electrice este valoarea maximă a tensiunii pentru care sînt construite aparatele electrice și în funcție de care se face încercarea de verificare a izolației aparatelor. La aparatele de joasă tensiune, standardele prevăd că tensiunea aplicată la bornele aparatului poate depăși cel mult 15% din valoarea tensiunii nominale.

Conform STAS 553/2-80 valorile tensiunii nominale (tensiunea nominală de izolare) ale aparatelor de joasă tensiune sînt :

— pentru curent alternativ : 60 ; 250 ; 380 ; 500 ; 660 ; 800 și 1 000 V ;

— pentru curent continuu : 60 ; 250 ; 440 ; 600 ; 800 ; și 1 200 V.

Valorile nominale pentru tensiunea de utilizare conform STAS 553/2-80 sînt :

— pentru curent alternativ : 24 ; 36 ; (42) ; 48 ; 60 ; 110 ; (127) 220 ; 250 ; 390 ; 440 ; 550 ; 600 ; 750 ; 1 000 V ;

— pentru curent continuu : 24 ; 48 ; 60 ; 110 ; 120 ; (127) ; 220 ; 250 ; 440 ; 600 ; 800 ; 1 200 V.

Valorile nominale pentru tensiunea de comandă, conform STAS 553/2-80 sînt :

— pentru curent alternativ : 24 ; (36) ; (42) ; 48 ; 110 ; (127) ; 220 ; 380 ; 500 ;

— pentru curent continuu : (12) ; 24 ; 48 ; 60 ; 110 ; (125) ; 220 ; (250) ; 440.

Valorile din paranteză sînt pe cît posibil evitate.

— *Curentul nominal* al aparatelor electrice este valoarea cea mai mare a curentului electric pe care aparatele o pot suporta un timp îndelungat fără ca încălzirea diferitelor elemente ale lor să depășească valorile prescrise. În funcție de valorile nominale ale curenților se stabilesc toate încercările de verificare ale încălzirii aparatelor electrice.

Conform STAS 553/2-80 valorile standardizate pentru curenții nominali ai aparatelor electrice de joasă tensiune, atît pentru curent alternativ cît și pentru curent continuu, sînt :

2	2,5	3,15	4	(5)	6,3	(8)	10	(125)	16
20	25	31,5	40	(50)	63	80	100	125	160
200	250	315	400	(500)	630	800	1 000	1 250	1 600
2 000	2 500	3 150	4 000	—	—	—	—	—	—

Valorile din paranteză sînt pe cît posibil evitate.

— *Caracteristicile de serviciu* ale aparatelor electrice sînt caracteristicile cu care funcționează aparatele în exploatare și ale căror valori (tensiune sau curent) sînt mai mici decît cele nominale. În general, pentru funcționarea la diverse caracteristici de serviciu ale aparatelor se înlocuiesc o serie de elemente constructive ca : bobine de tensiune, bobine de curent, contacte, relee termice etc. precum și comutatoare de conexiuni.

— *Frecvența nominală de conectare* a aparatelor electrice constă în numărul maxim de conectări în timp de o oră la tensiunea nominală a aparatelor.

— *Durata relativă de conectare* a aparatelor electrice, reprezentată de raportul procentual dintre perioada de lucru dintr-un ciclu (în care aparatul este parcurs de curent) și durata totală a ciclului, este folosită în cazul serviciului intermitent în care aparatele elec-

trice execută un număr relativ mare de conectări și deconectări, timp în care părțile conducătoare de curent, contactele și piesele în mișcare sînt supuse puternic solicitărilor termice și mecanice.

Valorile standardizate ale frecvenței nominale de acționare și ale duratei relative de conectare (conform STAS 553/2-80) sînt indicate în tabelul 3.1 împreună cu timpul de lucru, pentru diferitele durate relative de conectare.

Tabelul 3.1

Timpii de lucru în secunde pentru aparatele electrice care lucrează în serviciu intermitent

Durata de conectare [%]	Frecvența de acționare [cicluri/h]					
	clasa 0,03	clasa 0,1	clasa 0,3	clasa 1	clasa 3	clasa 10
	3	12	30	120	300	1 200
15	180	45	18	4,5	1,8	0,45
25	300	75	30	7,5	3	0,75
40	480	120	48	12	4,8	1,2
60	720	180	72	18	7,2	1,8

— *Rezistența la uzura mecanică* a aparatelor electrice este reprezentată de numărul maxim de manevrări pentru care se garantează rezistența mecanică a aparatelor în cazul funcționării în gol, fără curent, fiind acționate de dispozitivele proprii de acționare.

— *Rezistența la uzura electrică* a aparatelor electrice este reprezentată de numărul maxim de manevrări sub sarcina nominală pe care aparatele le pot suporta fără defectări și fără schimbarea pieselor de contact.

De obicei, rezistența la uzură electrică este de 10% sau 5% din rezistența la uzură mecanică.

— *Capacitatea de rupere nominală* a aparatelor electrice de întrerupere este valoarea curentului maxim, exprimat în kiloamperi, pe care îl pot rupe aparatele la tensiunea lor nominală, cu condiția să rămînă în stare de funcționare.

În general capacitatea de rupere a aparatelor electrice are următoarele valori :

— 0 — pentru separatoare ;

— egală cu curentul nominal, pentru întreruptoare cu pîrghii ;

— egală cu de 6—10 ori curentul nominal, pentru contactoare ;

— egală cu de 30—40 ori curentul nominal, pentru întreruptoare automate.

— *Curentul limită termic* al aparatelor electrice este reprezentat de valoarea curentului de scurtcircuit, exprimată în kiloamperi, care poate străbate aparatele un anumit timp (de obicei 5 secunde sau 10 secunde), fără ca încălzirea căilor de curent ale aparatelor să depășească limitele stabilite de norme.

— *Curentul limită dinamic* al aparatelor electrice este reprezentat de curentul maxim, exprimat în kiloamperi, care poate străbate aparatele, fără ca ele să fie deteriorate mecanic din cauza forțelor electrodinamice ce apar la trecerea curenților de scurtcircuit prin aparat.

— *Capacitatea de închidere* a aparatelor electrice este reprezentată de curentul maxim pe care aparatele îl pot stabili, la închidere, la tensiunea nominală, cu condiția ca aparatele să rămînă în stare de funcționare. De cele mai multe ori capacitatea de închidere este mai mare decît capacitatea de rupere.

— *Gradul de protecție* al aparatelor electrice este reprezentat de construcția carcasei în care sînt introduse aparatele și chiar de materialele din care sînt executate piesele funcționale ale aparatelor.

Condițiile normale de protecție ale aparatelor electrice sînt prevăzute de STAS 5325-79 și se referă la :

— protecția personalului contra atingerii pieselor interioare aflate sub tensiune sau a părților mobile din interiorul aparatului și protecția împotriva pătrunderii corpurilor solide ;

— protecția contra pătrunderii apei.

Conform STAS 5325-79 gradul de protecție al aparatelor și mașinilor electrice se notează cu literele IP urmate de cifre care în ordine indică gradul de protecție pentru fiecare din cele două feluri de protecție arătate. În tabelele 3.2 și 3.3 se dau semnificațiile caracteristicilor gradelor de protecție conform STAS 5325-79.

Considerînd semnificația fiecărei cifre se poate determina gradul de protecție al aparatului electric. În acest fel se poate vedea că soclul pentru siguranțe fuzibile LE care are gradul de protecție IP 30, are protecție împotriva atingerii curente sau alte obiecte similare de dimensiuni mici, protecție împotriva pătrunderii corpurilor solide mici, dar nu are protecție împotriva pătrunderii lichidelor, ceea ce înseamnă că pot fi montate în locuri deschise, fără praf, ferite de corpuri lichide.

Spre deosebire de soclul LF, soclul de siguranță LFi cu gradul de protecție IP 00, nu are nici un fel de protecție, deci la montarea lor trebuie să se aibă în vedere asigurarea unui loc corespunzător.

Tabelul 3.2

Gradele de protecţie ale aparatelor şi maşinilor electrice contra pătrunderii corpurilor solide (prima cifră caracteristică)

Prima cifră caracteristică	Gradul de protecţie	
	Denumirea	Semnificaţia
1	2	3
0	Neprotejat	— Atingerea părţilor sub tensiune şi a părţilor în mişcare din interiorul carcasei nu este împiedicată ; — Pătrunderea corpurilor solide străine nu este împiedicată
1	Protejat contra pătrunderii corpurilor solide străine mai mari de 50 mm	— Atingerea accidentală sau involuntară a părţii lor interioare sub tensiune sau în mişcare, cu o suprafaţă mare a corpului omenesc, de exemplu, cu mîna este posibilă. Atingerea voluntară este posibilă — Pătrunderea corpurilor solide străine cu diametrul pînă la 50 mm este posibilă.
2	Protejat contra pătrunderii corpurilor solide străine de 12 mm sau mai mari	— Atingerea întîmplătoare sau voită cu degetul sau cu obiecte analoage a căror lungime depăşeşte 12 mm, a părţilor interioare sub tensiune sau în mişcare este împiedicată — Pătrunderea corpurilor solide străine cu diametrul egal cu sau peste 12 mm este împiedicată
3	Protejat contra pătrunderii corpurilor solide străine de 2,5 mm sau mai mari	— Atingerea cu scule, sîrme etc. cu diametru sau grosime egală cu sau peste 2,5 mm, a părţilor interioare sub tensiune sau în mişcare este împiedicată — Pătrunderea corpurilor solide străine cu diametre egale cu sau mai mari de 2,5 mm este împiedicată
4	Protejat contra pătrunderii corpurilor solide străine de 1 mm sau mai mari	— Atingerea cu sîrme sau benzi cu grosimi peste 1 mm, a părţilor interioare sub tensiune sau în mişcare este împiedicată — Pătrunderea corpurilor solide străine cu diametre egale cu sau peste 1 mm este împiedicată
5	Protejat parţial contra pătrunderii prafului	— Atingerea în orice fel a părţilor interioare sub tensiune sau în mişcare este total împiedicată — Pătrunderea prafului nu este complet împiedicată, el putînd pătrunde numai în măsura în care nu împiedică buna funcţionare a produsului electrotehnic
6	Protejat total contra pătrunderii prafului	— Atingerea în orice fel a părţilor interioare sub tensiune sau în mişcare este total împiedicată — Pătrunderea prafului este complet împiedicată

Tabelul 3.3

Gradele de protecție ale aparatelor și mașinilor electrice contra pătrunderii apei (a doua cifră caracteristică)

A doua cifră caracteristică	Gradul de protecție	
	Denumirea	Semnificația
0	Neprotejat	Pătrunderea apei nu este împiedicată
1	Protejat contra picăturilor verticale de apă	Picăturile de apă căzînd vertical trebuie să nu aibă efecte dăunătoare
2	Protejat contra picăturilor de apă ce cad sub unghi de max. 15° față de verticală	Picăturile de apă căzînd sub un unghi de max. 15° față de verticală trebuie să nu aibă efecte dăunătoare, respectiv, picăturile de ploaie căzînd vertical să nu dăuneze asupra produsului înclinat cu un unghi de max. 15° față de verticală
3	Protejat contra apei căzînd ca ploaia	Apa căzînd ca ploaia, sub un unghi de max. 60° față de verticală să nu aibă efecte dăunătoare
4	Protejat contra stropirii cu apă	Apa proiectată din toate direcțiile asupra carcasei trebuie să nu aibă efecte dăunătoare
5	Protejat contra jeturilor de apă	Apa proiectată cu ajutorul unui furtun din toate direcțiile asupra carcasei trebuie să nu aibă efecte dăunătoare
6	Protejat contra condițiilor de pe puntea navelor	Apa provenită din valuri sau jeturi puternice trebuie să — nu pătrundă în carcasă în cantitate dăunătoare
7	Protejat contra efectelor imersării în apă	Pătrunderea apei în cantități dăunătoare în interiorul carcasei total imersate în apă, la o presiune dată și un anumit timp trebuie să nu fie posibilă
8	Protejat contra imersării prelungite în apă	Produsul rezistă la imersarea prelungită în apă, în condițiile prescrise de producător

În tabelul 3.4 sînt date cele mai uzuale grade de protecție contra atingerii și pătrunderii corpurilor străine solide sau lichide conform STAS 5625-71.

Pentru mediile cu pericol de explozie se folosesc aparate cu protecție specială, antiexplozivă, antideflagrantă, conform STAS 6877/1-73; STAS 6877/2-74; STAS 6877/3-74; STAS 6877/4-74;

Tabelul 3.4

Gradele uzuale de protecție împotriva atingerii și pătrunderii corpurilor străine solide și lichide

Simbol	Prima cifră caracteristică, (protecția contra atingerii și a pătrunderii corpurilor străine solide)	A doua cifră caracteristică (protecția contra pătrunderii lichidelor)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
IP	0	IP 00	—	—	—	—	—	—	—	—
IP	1	IP 10	IP 11	IP 12	—	—	—	—	—	—
IP	2	IP 20	IP 21	IP 22	IP 32	—	—	—	—	—
IP	3	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34	—	—	—	—
IP	4	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44	—	—	—	—
IP	5	IP 50	—	—	—	IP 54	IP 55	—	—	—
IP	6	IP 60	—	—	—	—	IP 65	IP 66	IP 67	IP 68

STAS 6877/5-74; STAS 6877/6-74; STAS 6877/7-74; STAS 6877/8-76; STAS 6877/9-76; STAS 6877/10-77 și STAS 6877/11-79.

După modul de protecție, echipamentele cu protecție antiexplozivă, antigrizutoasă se clasifică astfel:

— protecția în carcasă antideflagrantă este modul de protecție la care părțile ce pot provoca aprinderea amestecurilor explozive sînt închise într-o carcasă ce suportă fără deteriorări presiunea exploziei din interior și împiedică transmiterea exploziei mediului ambiant;

— protecția cu ventilație este modul de protecție la care părțile echipamentului electric care prezintă pericol de aprindere sînt izolate de mediul înconjurător printr-o carcasă în care se menține cu suprapresiune, un mediu de gaz nepericulos, aer curat sau gaz inert, în scopul de a preveni producerea amestecurilor explozive din acest mediu;

— protecția cu siguranță intrinsecă este modul de protecție prin care limitele parametrilor circuitelor electrice se stabilesc astfel, încît circuitele electrice (posibile în situația normală, adică conectarea și deconectarea circuitului sau cele provocate în situații de deranjamente, adică scurtcircuite), precum și alte efecte termice, să nu fie capabile să aprindă amestecul inflamabil;

— protecția în nisip de cuarț este modul de protecție prin care părțile echipamentului electric, care prezintă pericol de aprindere sînt izolate de mediul înconjurător printr-o masă de nisip de cuarț de o anumită compoziție granulometrică astfel, încît arcurile electrice de avarie produse la piesele electrice în nisip nu pot provoca aprinderea mediului înconjurător; aprinderea să nu poată fi provocată nici de arcurile electrice, nici de încălzirile de la suprafața nisipului sau de la suprafața carcasei;

— protecția în ulei este modul de protecție în care părțile care pot provoca aprinderea amestecurilor explozive sînt cufundate în ulei la o adîncime la care arcul electric, scînteile, piesele calde sau gazele calde aflate sub ulei să nu poată provoca aprinderea amestecurilor explozive aflate deasupra uleiului;

— protecția cu siguranță mărită este modul de protecție în care elementele echipamentului electric sînt construite și dimensionate astfel încît în exploatare normală să fie exclusă formarea de scîntei, arcuri electrice sau scîntei periculoase;

— protecția specială cuprinde alte moduri de realizare a protecției antigrizutoase sau antiexplozive stabilite în baza unor cercetări speciale.

Simbolizarea carcaselor în funcție de gazele și vaporii corespunzători grupelor de explozie, conform STAS 6877/2-74 este arătată în tabelul 3.5 iar simbolizarea protecției antigrizutoase și antiexplozive conform STAS 6877/1-73 este arătat în tabelul 3.6.

Tabelul 3.5

Grupa carcasei în funcție de gaze și vapori

Grupa carcasei (grupa clasei de explozie)	Gaze sau vapori	
I	Metan	
II-A	Amoniac	Acetonă
	Metan industrial	Etil metil cetonă
	Gaz de furnal	Acetat de metil
	Oxid de carbon	Acetat de etil
	Propan	Acetat de n-propil
	Butan	Acetat de n-butil
	Pentan	Acetat de amil
	Hexan	Cloretilen
	Heptan	Metanol
	Isooctan	Etanol
	Decan	Isobutanol
	Benzen	n-butanol
	Xilen	Alcool amilic
	Cichohexan	Nitril de etil
II-B	Butadien 1,3	
	Etilenă	
	Eter dietilic	
	Oxid de etilen	
	Gaz aerian	
	Gaz de cuptor de cocs	
II-C	Hidrogen	

Tabelul 3.6

Simbolizarea protecției antigrizutoase și antiexplozive

Specificare		Simbol
Simbol general		Ex.
Moduri de protecție	Capsulare antideflagrantă	d
	Capsulare presurizată	p
	Siguranță intrinsecă	i
	Înglobare în nisip	q
	Imersiune în ulei	u
	Siguranță mărită	e
	Special	s

Tabelul 3.6 (continuare)

Specificare		Simbol
	Simbol general	Ex.
Domenii de utilizare	Mine grizutoase Alte sectoare industriale	I II
Grupe de gaze și vapori	Conform tabelului 3.5	I II-A II-B II-C
Clasele de temperatură	450°C 300°C 200°C 135°C 100°C 85°C	T 1 T 2 T 3 T 4 T 5 T 6

Exemplele de marcare probabilă pe carcasa unui aparat sau mașini electrice :

— Ex. d. II AT 3 — protecție antiexplozivă, capsulare antideflagrantă, sub grupa II B și clasa T 3 de temperatură ;

— Ex. e.d. II. B, T 2 — protecție antiexplozivă, cu siguranță mărită, subgrupa II B și clasa T 2 de temperatură ;

— Ex. p. II. T 5 — protecție antiexplozivă cu capsulare presurizată, grupa II și clasa T 5 de temperatură.

— Ex. q.d. IIc. T 4 — protecție antiexplozivă combinată cu înglobare în nisip și capsulare antideflagrantă, subgrupa IIc și clasa T 4 de temperatură.

— Ex. e. II 125°C (T 4) — protecție antiexplozivă cu siguranță mărită, caz special cu temperatura maximă de suprafață 125° C se încadrează în clasa T 4 de temperatură.

Ordinea simbolurilor grupelor de gaze și vapori și claselor de temperatură este astfel aleasă, încît echipamentele care corespund pentru o anumită grupă de gaze și vapori și clasă de temperatură să corespundă și pentru grupele sau clasele inferioare.

3.2. ELEMENTE ALE APARATAJULUI ELECTRIC UTILIZAT ÎN ACȚIONAREA UTILAJULUI INDUSTRIAL

Conectarea elementelor de acționare (motoarele electrice, pistoane hidraulice etc.) ale utilajelor industriale cu sursele de energie (electrică, pneumatică, hidraulică, sau orice fel de energie) se reali-

zează prin aparate de conectare, tipul acestora depinzînd de felul elementelor de acționare ; astfel, motoarele electrice sînt conectate la rețeaua electrică prin întreruptoare manuale sau contactoare acționate electromagnetic, iar pistoanele pneumatice și hidraulice sînt conectate la rețelele de energie corespunzătoare prin ventile și distribuitoare manuale sau electromagnetice acționate ca și contactoarele.

Pentru protecția elementelor de acționare și a instalațiilor electrice propriu-zise, schemele electrice, atît circuitele de forță, cît și circuitele de comenzi sînt prevăzute cu elemente de protecție ca : siguranțe fuzibile, relee maximale de curent, relee de tensiune minimă, relee bimetalice pentru instalații electrice sau relee de presiune maximă pentru instalații electropneumatice sau electrohidraulice.

Protejarea se face fie prin întreruperea directă a alimentării motorului în circuitul căruia a apărut un defect, așa cum este cazul protejării prin siguranțe fuzibile, fie indirect prin întreruperea alimentării bobinelor electromagneților de acționare, fapt ce duce în final la întreruperea contactelor principale ale contactoarelor, așa cum este cazul diverselor tipuri de relee al căror contact este introdus în circuitul de comandă al contactoarelor.

În circuitele de comandă semiautomată sau automată a elementelor de conectare, în afara bobinelor electromagnetice și a contactelor diverselor relee se mai pot găsi și alte elemente ca :

— transformatoare monofazate pentru circuite secundare (de comandă) în cazul comenzilor în curent alternativ, sau transformatoare și redresoare în cazul comenzilor în curent continuu ;

— întreruptoare, butoane de comandă, limitatoare de cursă, microîntreruptoare, butoane ;

— elemente amplificatoare de semnal de comandă folosite în cazul elementelor de comandă care au un semnal foarte slab cum sînt : traductoarele, elementele reprezentate de circuitele amplificatoare cu tuburi electronice, cu tranzistoare sau cu tuburi cu gaze ;

— elemente de semnalizare optică sau acustică (lămpi de semnalizare, hupe, sonerii etc.) ce indică executarea sau neexecutarea unor comenzi sau apariția avariilor în timpul desfășurării procesului tehnologic ;

— elemente de protecție a circuitelor de comandă, în speță siguranțele fuzibile.

În continuare se va prezenta cîteva din elementele principale ale construcției aparatelor electrice utilizate în schemele de acționare aferente utilajelor industriale.

3.2.1. CONTACTE ELECTRICE

Aparatele electrice, destinate închiderii și deschiderii de circuite electrice trebuie să posede contacte capabile să suporte solicitările produse în timpul funcționării.

Din punct de vedere funcțional contactele pot fi :

— contacte fixe sau permanente (fig. 3.1) avînd rolul de a realiza continuitatea circuitelor ; se realizează prin sudare, lipire, strîngere cu șuruburi sau prin apăsare ;

— contacte de întrerupere (fig. 3.2) avînd rolul de a stabili sau întrerupe circuitele electrice ; se realizează prin apăsare cu ajutorul resoartelor, prin arcuirea materialului din care este executat contactul sau prin răsturnarea bulelor cu mercur în cazul cînd sînt folosite acestea ;

— contacte de alunecare (fig. 3.3) avînd rolul de a stabili circuitul electric între două piese de contact care se mișcă una față de alta, așa cum este contactul între periile colectoare și colectoarele sau inelele colectoare ale mașinilor electrice sau a releelor centrifugale care folosesc aceste contacte.

Din punct de vedere al formei suprafeței de contact contactele pot fi :

— contacte liniare (fig. 3.4), la care contactul electric se realizează pe o linie, prin presare sau frecare. Aceste tipuri de contacte

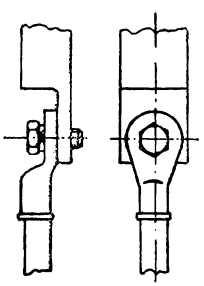


Fig. 3.1. Contact permanent.

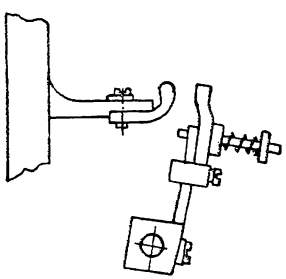


Fig. 3.2. Contact de întrerupere.

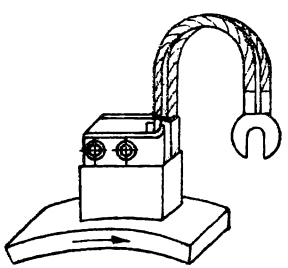
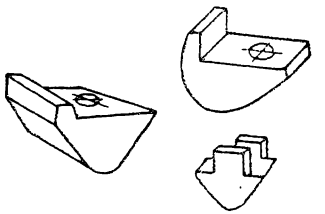
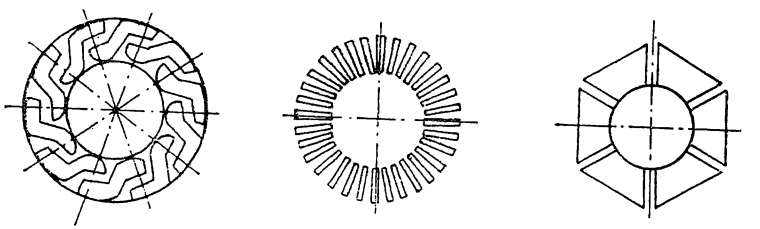


Fig. 3.3. Contact de alunecare.

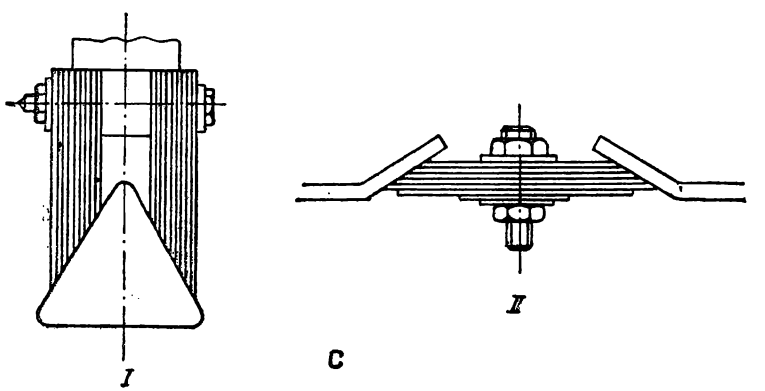


a



I II III

b



I II

c

Fig. 3.4. Contacte liniare de tip :
a — deget ; *b* — lalea (*I* — lalea Z ; *II* — lalea lamelă) ; *c* — perie.

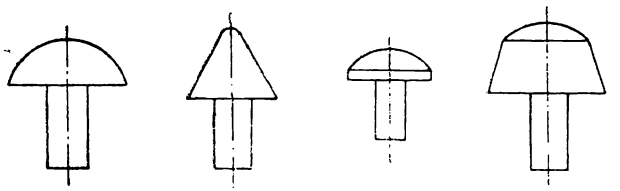


Fig. 3.5. Diferite forme de contacte punctiforme.

sînt cel mai des întîlnite în construcția aparatelor electrice și sînt prezentate în mai multe forme constructive ; contactele liniare de tip deget (fig. 3.5).

— contacte punctiforme (fig. 3.5) folosite, de obicei, pentru valori mici ale curenților : sînt contactele cele mai simple și au forme de nituri, contactele realizîndu-se pe vîrfuri.

Realizarea contactului se face fără frecare la închidere și fără apăsări mari. Contactele punctiforme se recomandă să fie confecționate din materiale care nu se oxidează ușor sau ai căror oxizi sînt buni conducători de electricitate, deoarece neexistînd frecările la închiderea contactului nu se autocurăță.

3.2.2. ELECTROMAGNEȚI

Electromagneții intră în componența mai multor genuri de aparate electrice, cum sînt : contactoarele, ruptoarele, întreruptoarele automate comandate de la distanță, ambreiajele și frînele electromagnetice etc.

Circuitul magnetic al unui electromagnet se compune dintr-o armătură fixă pe care se concentrează liniile de forță produse de o bobină și armătură mobilă, care constituie elementul mobil al electromagnetului de care, printr-o gaură cu șuruburi, bolțuri, sau nituri se cuplează elementul de acționat.

În general, electromagneții se clasifică în funcție de felul curentului și anume :

— electromagneți de acționare pentru curent continuu,

— electromagneți de acționare pentru curent alternativ monofazat sau pentru curent alternativ trifazat.

Electromagneții pot fi construiți pentru funcționare în orice poziție, cea verticală fiind preferată, deoarece șocurile mecanice sînt reduse.

În funcție de tipul constructiv electromagneții pot acționa prin tragere sau împingere. La montarea lor trebuie să se aibă grijă ca

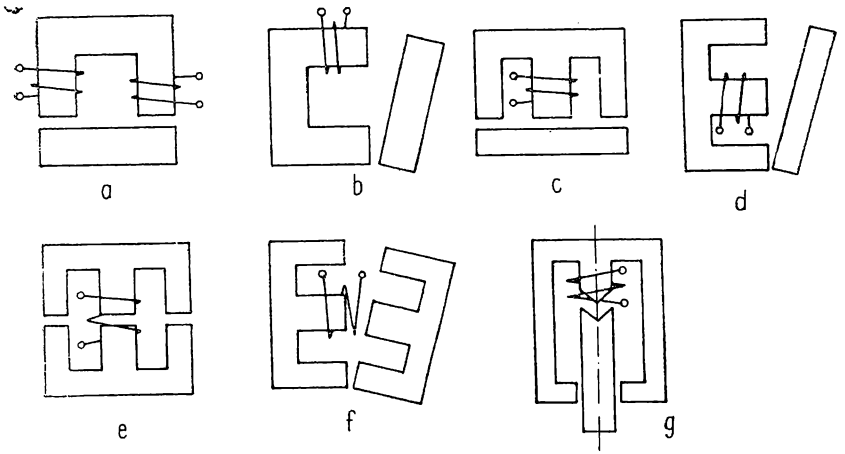


Fig. 3.6. Diferite forme ale electromagneților :
a — tip U cu mișcare de translație cu două bobine ; *b* — tip U cu mișcare de rotație cu o bobină ; *c* — tip E cu mișcare de translație ; *d* — tip E cu mișcare de rotație ; *e* — tip dublu E cu mișcare de translație ; *f* — tip dublu E cu mișcare de rotație ; *g* — cu plonjor.

partea acționată de electromagnet să aibă o poziție cît mai apropiată de direcția de mișcare a părții mobile pentru a evita producerea uzurii suplimentare sau pentru a se evita vibrațiile (datorită așezării incorecte a miezului mobil pe cel fix, cum este cazul electromagneților de curent alternativ).

În fig. 3.6 sînt prezentate cîteva forme uzuale de circuite magnetice ale electromagneților.

Electromagneții de curent continuu au, în general, o construcție simplă, circuitul magnetic fiind din oțel masiv, iar bobinele în cele mai multe cazuri au o formă cilindrică (fig. 3.7). În cazul acestor electromagneți, valoarea curentului din bobină depinde numai de rezistența electrică, pierderile în cupru fiind singura sursă de căldură.

Valoarea curentului, fiind independentă de poziția miezului mobil, permite ca acesta să poată fi oprit într-un punct oarecare al cursei. Prin introducerea unui opritor simplu și reglabil, se obține o funcționare liniștită, se elimină zgomotul metalic provocat de lovirea miezului mobil de cel fix, realizîndu-se forțe destul de mari fără a produce vibrații.

La electromagneții de acționare în curent continuu, datorită remanenței magnetice, miezul mobil poate rămîne lipit de miezul fix. Pentru evitarea acestui defect, electromagneții sînt prevăzuți cu

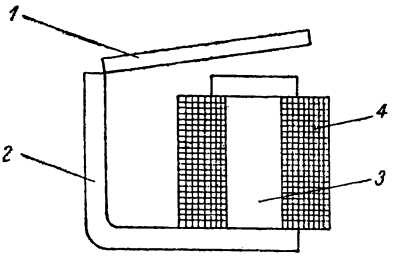


Fig. 3.7. Electromagnet de curent continuu :
1 — armătura mobilă ; 2 — armătura fixă ; 3 — miezul bobinei ; 4 — bobină.

discuri de alamă, piele sau nituri de alamă, elemente care menţin un întrefier minim la poziţia închis. De asemenea, în unele cazuri cînd partea de atracţie maximă care se produce la poziţia închis depăşeşte cu mult forţa necesară, se introduce în serie cu bobina de excitaţie rezistenţa economizoare, cu scopul de a micşora valoarea curentului, reducînd consumul electromagnetului într-o poziţie destul de mare.

Un dezavantaj al electromagneţilor de curent continuu constă în faptul că pentru alimentarea lor este necesară o sursă de curent continuu, de obicei formată din transformatoare şi elemente redresoare.

Pentru diverse acţionări, alegerea unui electromagnet se face ţinînd seama de caracteristica forţei rezistente, de condiţiile de funcţionare, de particularităţile funcţionale ale electromagnetului.

Electromagneţii de curent continuu cu bobine pentru regim de durată, fiind insensibili la închiderea incompletă a circuitului magnetic şi neindicînd curenţii Foucoult în armăturile de fier şi în masele metalice apropiate, sînt indicate pentru acţionarea elementelor cu pericol de înţepenire. Aşa cum sînt distribuitoarele pentru acţionări hidraulice sau pneumatice, a elementelor cu curse de acţionare mici, avînd organe metalice feroase masive aflate în apropierea bobinei electromagnetului (ambreiajele şi frînele electromagnetice) sau pentru acţionarea releelor sensibile la vibraţiile produse de electromagneţii de curent alternativ.

Electromagneţii de curent alternativ, (fig. 3.8) spre deosebire de electromagneţii de curent continuu, pot fi alimentaţi direct din reţeaua industrială de curent alternativ şi oferă o reducere importantă a curentului de alimentare după închiderea completă a armăturilor. Sînt utilizaţi în acţionări ce necesită curse de lucru mari şi unde închiderea completă a armăturilor se poate garanta prin intercalările

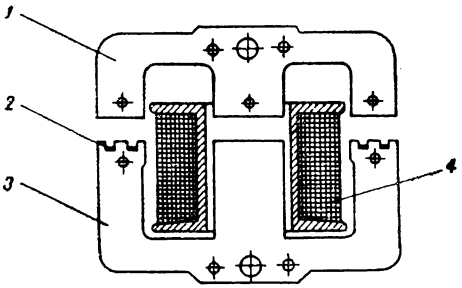


Fig. 3.8. Electromagnet de curent alternativ monofazat :
1 — armătura mobilă ; 2 — spiră în scurtcircuit ; 3 — armătura fixă ; 4 — bobină.

de elemente elastice între armătura mobilă a electromagnetului și organul acționat, cum este cazul ventilelor de înțepenire ale contactelor.

3.2.3. DISPOZITIVE DE STINGERE A ARCULUI (CAMERE DE STINGERE)

Acestea sînt utilizate pentru stingerea rapidă a arcului electric la întreruperea circuitelor electrice.

În curent alternativ, la aparatele de conectare, de deconectare de joasă tensiune, pentru stingerea arcului electric, se folosesc în mod obișnuit camere cu plăcuțe metalice (fig. 3.9) care au rolul de a diviza arcul format și de a-l răci.

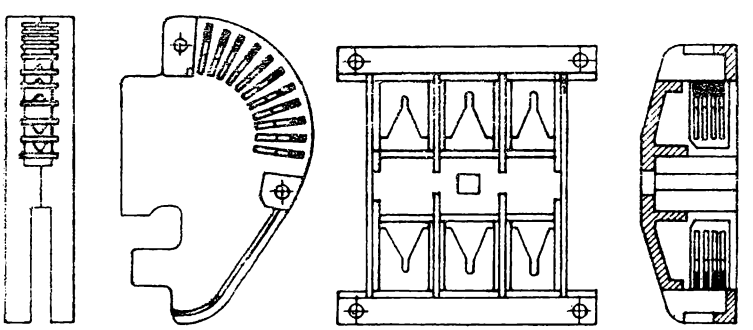


Fig. 3.9. Camere de stingere a arcului de curent continuu :
a — cu plăcute metalice așezate radial ; b — cu plăcuțe metalice pentru rupere dublă.

În cazul folosirii ruperilor duble, cum este cazul majorității aparatelor de conectare, întreruperea definitivă a arcului se produce la prima trecere a curentului prin valoarea 0.

Plăcuțele metalice din camera de stingere sînt confecționate din oțel pentru a se putea folosi efectul de atracție al arcului de către piesele feromagnetice, ceea ce duce la întinderea arcului. De asemenea, pentru îmbunătățirea conductibilității superficiale și a rezistenței lor la acțiunea mediului înconjurător, plăcuțele din oțel se cuprează.

În curent continuu, pentru stingerea arcului se folosesc camere de stingere înguste, cu fanta dreaptă (fig. 3.10, *a*) sau ondulată (fig. 3.10, *b*) și camere de stingere cu pereți transversali din material izolant refractar (fig. 3.10, *c*).

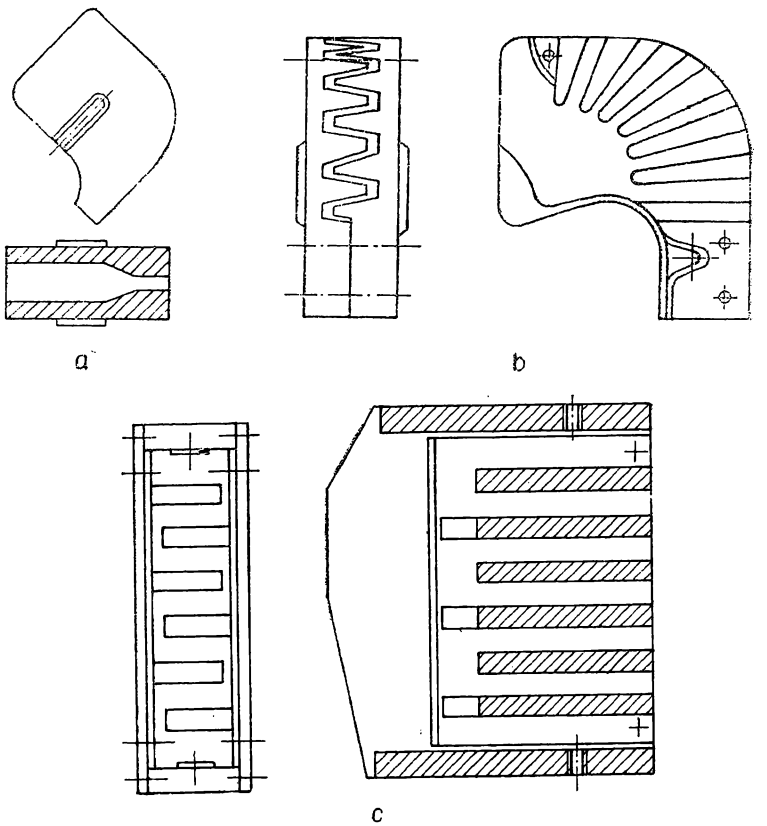


Fig. 3.10. Camere de stingere a arcului de curent alternativ.

Suflarea arcului de pe contacte pe pereții camerei de stingere din acest tip se face cu ajutorul electromagneților de suflaj. Camerele de stingere pentru curent continuu, asigurînd stingerea arcului electric prin lungimea coloanei de arc, prin deplasarea rapidă a arcului prin aerul rece din cameră și prin frecarea aerului pe pereții mici ai camerei.

3.2.4. ELEMENTE ELASTICE

În construcția aparatelor electrice sînt folosite des resoartele metalice. Acestea au rolul de a realiza următoarele operații în funcționarea aparatelor :

— asigură presiunea corespunzătoare pe contact ;

— deschid brusc aparatele de deconectat prin acumulare de energie în timpul închiderii aparatelor,

— amortizează mișcările unor organe la capătul curselor aparatelor,

— asigură legături elastice între diferite organe ale mecanismelor aparatelor.

Formele pe care le au elementele elastice folosite în construcția aparatelor electrice sînt foarte diferite, depinzînd de rolul pe care îl joacă în construcția aparatului și ale însăși construcției aparatului.

În general, ca formă de bază se întîlnesc arcuri plate, spirale elicoidale, arcuri plane, disc, tampon etc.

Resoartele plate se realizează, de obicei, prin ștanțare din aliaje pe bază de cupru (bronz cu beriliu), constituind cea mai mare parte a elementelor arcuitoare conducătoare de curent. De obicei, resoartele plate sînt utilizate în construcția aparatelor electrice pentru obținerea presiunii necesare pe contact (fig. 3.11).

Resoartele în formă de spirală elicoidală, se folosesc ca resoarte de întindere sau compresiune și sînt confecționate din oțel tip coardă de pian (fig. 3.12). Montarea resoartelor confecționate din sîrmă cu diametrul mai mic de 1 mm se face cu ajutorul ochiurilor de prindere obținute prin îndoirea capătului resortului, iar cele confecționate din sîrmă cu diametrul mai mare de 1 mm se face cu ajutorul unor piulițe speciale sau a unor piese din tablă.

Resoartele în formă de spirală plană (fig. 3.13) se folosesc acolo unde este nevoie de o cumulare de energie la mișcările de rotație, spațiul destinat pentru aceasta fiind restrîns. Aceste resoarte se confecționează din lamele de oțel.

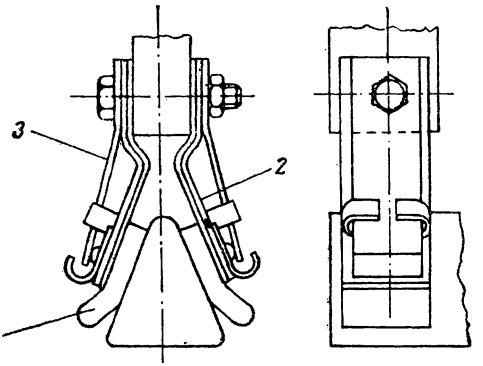


Fig. 3.11. Contact cu elemente elastice plate :
1 — contact deget ; *2* — cale flexibilă de curent ; *3* — element arcuitor plat.

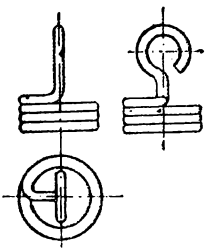


Fig. 3.12. Resoarte în formă de spirale elicoidale.

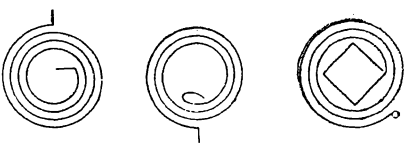


Fig. 3.13. Resoarte în formă de spirală plană.

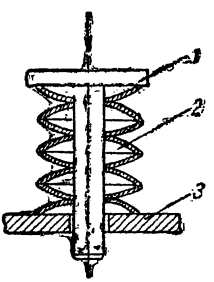


Fig. 3.14. Element elastic compus din resoarte disc :
1 — element de apăsare ; *2* — element elastic ; *3* — element de aşezare.

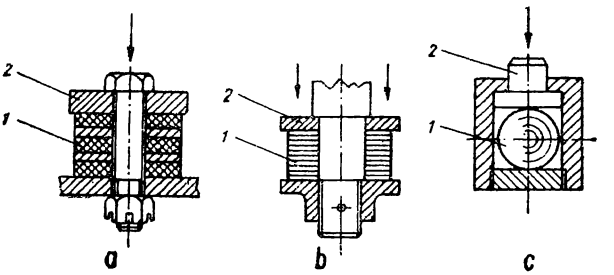


Fig. 3.15. Resoarte tampon din cauciuc :
1 — element elastic ; *2* — element mobil.

Resoartele disc se utilizează în locurile unde este nevoie de un efort axial de comprimare ridicat, deoarece la cursă mică dezvoltă un efort mare. Acest tip de resoarte se realizează din tablă de oțel de arc. Montarea mai multor resoarte disc, perechi pe un ax central, așa cum se vede în fig. 3.14, dă posibilitatea obținerii unor curse utile mari.

Resoartele tampon (fig. 3.15) au rolul de a frîna și amortiza elementele mobile ale aparatelor electrice. De obicei, aceste resoarte se execută din cauciuc, material ce prezintă avantajul că este ieftin și se prelucrează ușor, dar care are o serie de dezavantaje, cum ar fi amortizarea imperfectă, îmbătrînirea în timp, lipsa de rezistență la acțiunea uleiurilor minerale și a solvenților, lucru ce duce la înlocuirea lor în mod repetat.

3.2.5. ELEMENTE BIMETALICE

Bimetalele intră în componența releelor termice și au rolul de a proteja motoarele electrice împotriva încălzirii prin suprasarcini de lungă durată sau prin rămîneri în două faze.

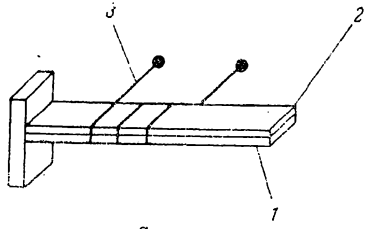
Bimetalul se montează în circuitul de forță al motorului deschizînd contactul releului (care este de obicei în serie cu bobina electromagnetului de acționare al unui element de conectare), în cazul apariției și menținerii unor curenți mai mari decît cei pentru care a fost reglat. Deconectarea se produce după un timp mai mare sau mai mic de la apariția supracurenților, după cum valoarea acestora este mai mare sau mai mică.

Bimetalele sînt formate din două metale sudate între ele și apoi laminate împreună, pînă la obținerea unor foi în care cele două metale componente sînt legate între ele pe toată suprafața. Una din cele două componente ale bimetalului numită componentă activă este formată dintr-un aliaj cu un coeficient foarte mare de dilatare la încălzire, de obicei un aliaj de fier cu 15—20% nichel și 6—7% mangan, iar celălalt cu coeficient de dilatare aproape nul, numită invar, formată dintr-un aliaj de fier cu 36% nichel.

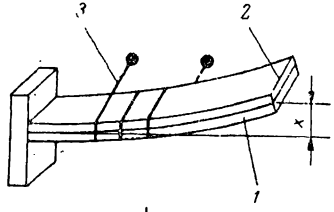
În urma încălzirii, bimetalul se încovoaie, partea cu coeficient mare de dilatare fiind în exteriorul curburii, iar partea cu coeficient mic de dilatare în interiorul curburii (fig. 3.16). Deplasările ce rezultă în încovoierea bimetalului sînt folosite la deschiderea unui contact sau la eliberarea unui zăvor.

Tipurile constructive de bimetale se grupează după criteriile următoare :

— forma lamelei de bimetal,

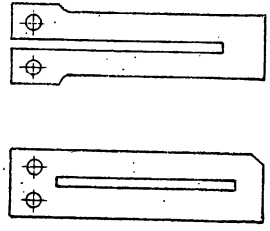


a

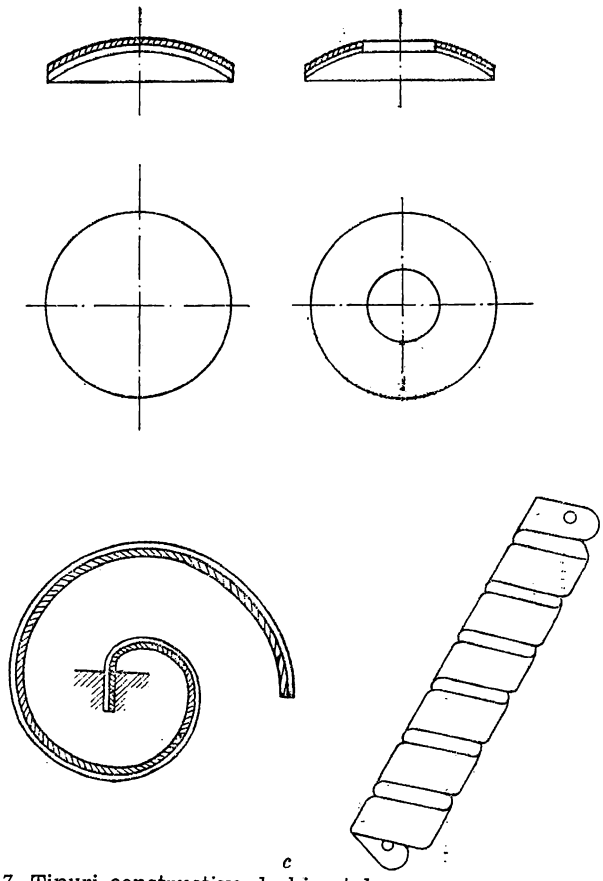


b

Fig. 3.16. Funcționarea bimetalelor :
a — bimetal rece ; *b* — bimetal încălzit ; *1* — strat cu coeficient de dilatare mare ; *2* — strat cu coeficeint de dilatare mic ; *3* — înfășurare de încălzire.



a



c

Fig. 3.17. Tipuri constructive de bimetale.

— modul de încălzire a bimetalului,

— modul de acționare a bimetalului asupra sistemului de protecție.

În funcție de forma lamelei bimetalice, în practică se întîlnesc următoarele forme constructive :

— bimetale lamelare, obținute prin ștanțare din benzi, au formă de lamelă dreaptă (fig. 3.16), formă de U sau bandă cu decupări longitudinale (fig. 3.17, *a*) ;

— bimetale în formă de disc (fig. 3.17, *b*), folosite în special pentru relee termice cu mare putere de rupere, deoarece au proprietatea de a trece brusc dintr-o poziție în alta, fiind singurele bimetale care pot realiza o întrerupere bruscă ;

— bimetale în formă de spirală (fig. 3.17, *c*) folosite mai mult pentru fabricarea indicatoarelor de temperatură, unde la un cuplu rezistent mic se cere o derivație foarte mare, la variații mici de temperatură.

După modul de încălzire al bimetalului se întîlnesc :

— bimetale cu încălzire directă, la care încălzirea se obține prin efectul termic al unui curent, care parcurge lama de bimetal, curent ce poate fi curentul absorbit de bobinajele motorului protejat (fig. 3.18, *a*) sau un curent proporțional, reducerea curentului făcîndu-se cu ajutorul unui șunt (fig. 3.18, *b*) sau a unui transformator de curent (fig. 3.18, *c*).

— bimetal cu încălzire indirectă (fig. 3.19) la care încălzirea se face cu ajutorul unor elemente încălzitoare separate și poate fi de două feluri : încălzire prin convecție, în care curentul străbate o rezistență înfășurată pe lamela bimetalică și izolată de aceasta prin mică sau azbest, și încălzirea prin radiație, în care curentul străbate o rezistență așezată în apropierea lamelelor bimetalice ;

— bimetalele cu încălzire mixtă (fig. 3.20), la care încălzirea se face atît prin efectul termic al curentului care parcurge lamela de bimetal, cît și prin intermediul elementelor încălzitoare separate, străbătute de același curent.

După modul de acționare a bimetalului, se întîlnesc următoarele tipuri de bimetal :

— bimetale cu acțiune lentă, la care deplasarea capătului liber se face lent, proporțional cu încălzirea ;

— bimetale cu acționare bruscă, la care bimetalul este mai întîi reținut într-o poziție fixă și numai după ce forțele de dilatare au atins o anumită valoare, capătul liber se deplasează brusc în poziția de acționare.

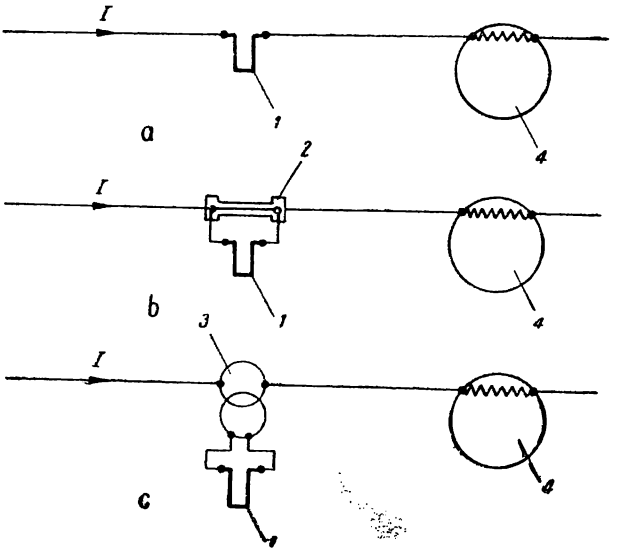


Fig. 3.18. Încălzirea directă a bimetalelor.
1 — bimetal ; *2* — şunt ; *3* — transformator ; *4* — motor principal.

Dimensiunile elementelor bimetalice sînt limitate din considerente constructive şi tehnologice, iar curenţii la care trebuie să acţioneze aceste elemente variază de la cîţiva miliamperi pînă la mii de amperi.

Există o legătură directă nu numai între curentul nominal al bimetalului şi dimensiunile sale, dar şi între curentul nominal şi modul de încălzire şi conectare în circuit a lamelelor bimetalice.

În consecinţă, bimetalele cu încălzire directă, în funcţie de natura curentului, se pot găsi în multe variante constructive :

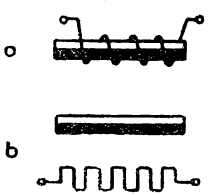


Fig. 3.19. Încălzirea indirectă a bimetalelor :
a — cu înfăşurare ;
b — prin radiaţii.

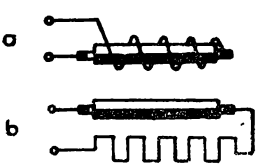


Fig. 3.20. Încălzirea mixtă a bimetalelor.

Tabelul 3.7

Domeniile de utilizare ale diverselor tipuri de bimetale

Modul de încălzire		Curentul [A]											
		1	2	5	10	15	20	25	40	60	100	200	400
Indirectă	Prin convecție	X	X	X	X								
	Prin radiație	X	X	X	X	X	X	X					
Mixtă				X	X	X	X	X					
Directă	Cu elemente simple				X	X	X	X	X	X			
	Cu elemente serie			X	X	X	X	X					
	Cu elemente în paralel					X	X	X	X	X	X	X	
	Cu șunt									X	X	X	
	Cu reductor de curent									X	X	X	X

— la curenții mici, pentru a se putea obține forța necesară declanșării se folosesc mai multe lamele în formă de U, prin care trece curentul în serie ;

— la curenți mijlocii, curentul absorbit de bobinajul motorului trece printr-o singură lamelă ;

— la curenți mari, pentru a nu se utiliza lamele de dimensiuni mari, se folosesc multe lamele subțiri, care se așază una peste alta și se leagă în paralel.

La construcții foarte mari se șuntează bimetalul cu o rezistență din alamă, cupru, constantan, astfel încît numai o parte din curentul care străbate bobinajul motorului protejat străbate bimetalul, sau se leagă bimetalul în secundarul unui transformator de curent.

În tabelul 3.7 sînt indicate domeniile de aplicare a diferitelor moduri de încălzire ale bimetalelor precum și modul de conectare.

3.3. APARATAJUL ELECTRIC UTILIZAT ÎN ACȚIONAREA UTILAJULUI INDUSTRIAL

Pentru ca aparatele și mecanismele aferente utilajului industrial să corespundă scopului lor nu este suficient ca ele să fie executate perfect, ci este necesar ca parametrii lor constructivi și caracteristi-

cile lor principale să fie alese în concordanță cu proprietățile statice și dinamice ale mecanismului sau circuitului comandat, iar procesul de comandă însuși să fie realizat conform cerințelor stabilite în prealabil, atît în ceea ce privește stabilitatea, cît și în ceea ce privește siguranța în funcționare, viteză mare în executarea comenzii și precizia de execuție a comenzii.

În cazul acționării utilajului industrial aparatajul montat în circuitele de comandă trebuie să asigure realizarea următoarelor operații :

— pornirea și oprirea mișcării elementului mobil, prin conectarea și deconectarea motoarelor de acționare, sau prin cuplarea și decuplarea lanțurilor cinematice,
— frînarea mișcării elementului mobil,
— inversarea sensului de mișcare a elementului mobil,
— fixarea și prinderea semifabricatelor,
— asigurarea alimentării cu semifabricate,
— asigurarea controlului dimensiunilor, pieselor prelucrate,
— modificarea vitezei de deplasare a elementului prin schimbarea structurii lanțului de acționare a mișcării principale și de avans.

Pentru realizarea comenzilor în circuitele de acționare se utilizează, în general, aparate de uz curent și foarte puțin aparate și mecanisme speciale.

În cele ce urmează sînt prezentate aceste aparate precum și exploatarea și întreținerea lor.

3.3.1. APARATAJ DE COMUTAȚIE ȘI COMANDĂ

Aparatele de comutație și comandă utilizate în schemele de acționare ale utilajelor industriale execută operația de punere în funcțiune, de schimbare a sensului de mișcare și a vitezelor de lucru prin comutarea circuitelor de forță, de comandă și semnalizare.

Uneori este cazul în acționarea utilajului (în special a mașinilor-unelte) să se schimbe legătura de la o anumită sursă de energie electrică cu legătura la altă sursă, fără întreruperea curentului. Această schimbare se poate face în cazul cînd cele două surse au tensiuni egale (fig. 3.21) sau puțin diferite (fig. 3.22). Dacă sursele au tensiuni puțin diferite, în schemele aparatelor se prevăd două rezistențe de protecție R, care limitează curentul schimbat între surse în scurtul interval de timp în care ele sînt puse în paralel la manevrarea comutatorului.

În funcție de modul de transmitere a comenzii în vederea pornirii, reglării vitezei sau frînării, aparatele de comutație și comandă pot fi de tipul : cu comandă manuală sau cu comandă automată.

Aparate de comutație și comandă cu acționare manuală. Pentru scoaterea de sub tensiune a întregului circuit al utilajului pe o perioadă mai îndelungată, în practică, sînt folosite întreruptoarele cu pîrghie (fig. 3.21 și 3.22).

Întreruptorul cu cuțite nu este folosit ca întreruptor decît la mașinile-unelte de tip mai vechi.

Răspîndirea pe scară largă a motoarelor electrice asincrone trifazate pentru acționarea mașinilor-unelte a determinat utilizarea

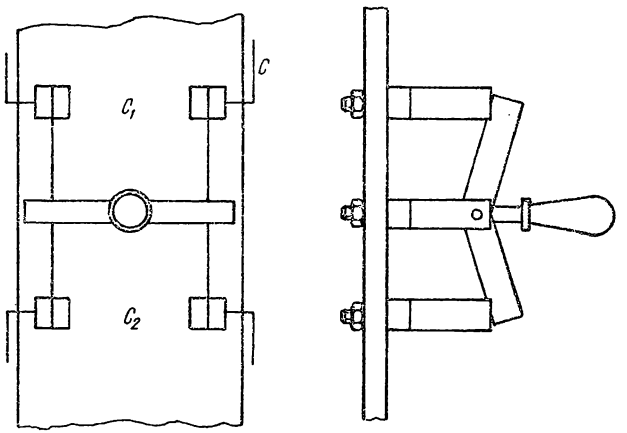


Fig. 3.21. Aparat de comutație bipolar fără întreruperea curentului pentru două surse de aceeași tensiune.

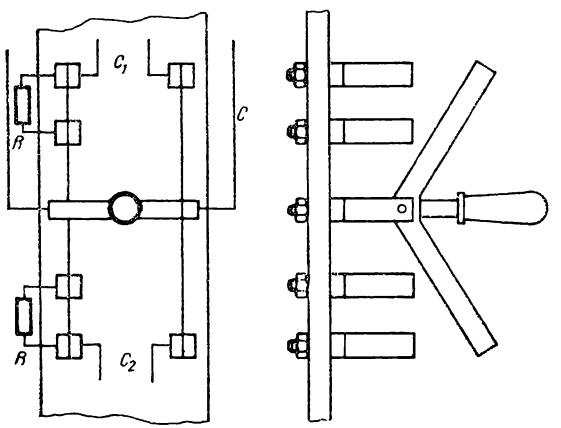


Fig. 3.22. Aparat de comutație bipolar fără întreruperea curentului pentru două surse cu tensiuni diferite.

de întreruptoare trifazate. Pentru a evita punerea cuțitelor întreruptorului sub tensiune la un moment dat și să nu prezinte pericol de atingere, conductoarele rețelei se leagă la contactele fișei superioare ale întreruptorului, prezentînd mai puține posibilități ca să fie atinse de cineva.

Comutatoarele sînt aparate formate dintr-un ansamblu de întreruptoare care dintr-o singură acționare închid sau deschid simultan mai multe circuite.

Construcțiile cele mai uzuale de comutatoare sînt acelea cu stator pe care se fixează bornele și un rotor care la rotirea manuală antrenează lamelele de contact. Se pot deosebi :

— *Comutatoare pachet* (fig. 3.23 *a* și *b*) utilizate la mașinile-unelte ca întreruptoare de intrare pentru pornirea motoarelor elec-

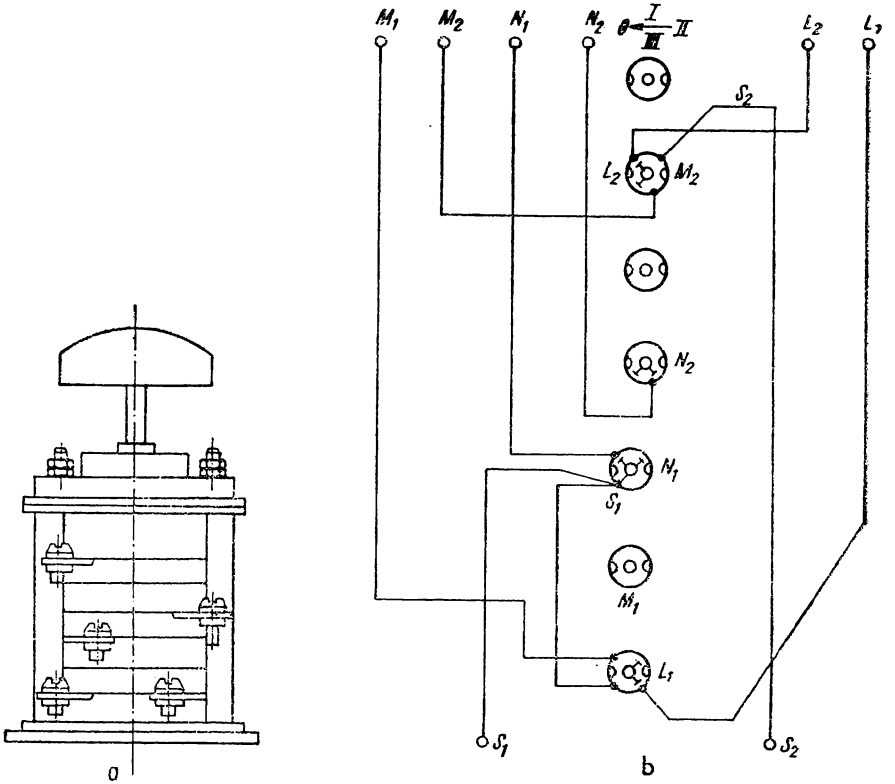
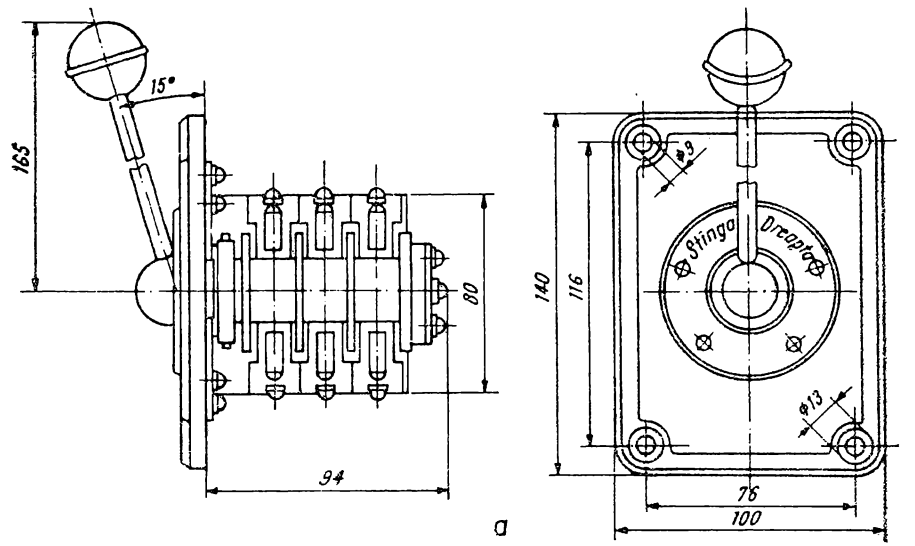


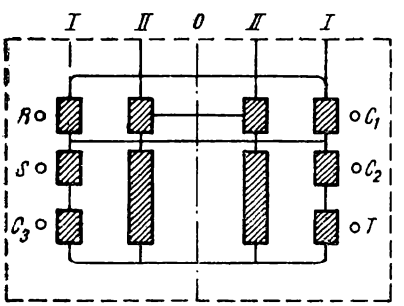
Fig. 3.23. Schema constructivă a unui comutator pachet.

trice de antrenare și comutarea circuitelor de comandă și semnalizare, fiind capabile să execute un număr de 15—20 comutări pe oră.

Schema electrică a comutatorului este reprezentată în fig. 3.23, *b*.

— *Comutatoare cu tambur* (fig. 3.24 *a*) sînt destinate pentru comanda motoarelor electrice asincrone trifazate în scurtcircuit reversibile.





Contactele	Poziţiile comutatorului		
	I	0	II
$R-C_1$	×	—	×
$S-C_2$	×	—	—
$T-C_3$	×	—	—
$S-C_3$	—	—	×
$T-C_2$	—	—	×

c

Fig. 3.24. Comutator cu tambur pentru comanda unui motor electric trifazat reversibil.

Pe schemă (fig. 3.24, *b*) tamburul comutatorului este reprezentat sub formă desfășurată. Lamelele de contact sînt reprezentate prin puncte sau cercuri. Dacă tamburul este rotit pe una din pozițiile sale fixe, sub lamelele de contact ajung generatoarele *0*, *I* sau *II* ale tamburului. Sectoarele de contact dispuse pe aceste generatoare, reprezentate în fig. 3.24, *b*, sub forma unor dreptunghiuri hașurate, realizează legătura electrică între lamelele de contact. La lamelele *R*, *S*, *T*, se leagă conductoarele de la rețea, iar la contactele C_1, C_2, C_3, conductoarele de la bornele statorului motorului. Rotind comutatorul în poziția *I*, lamelele *R*, *S* și *T* vor fi legate respectiv la lamelele C_1, C_2, C_3 și motorul se va roti, de exemplu, spre dreapta. Rotind comutatorul în poziția *II*, lamelele *R*, *S*, *T* sînt legate respectiv la lamelele C_1, C_2, C_3 și motorul se rotește spre stînga. Pentru a ușura înțelegerea schemei, în fig. 3.24, *c* se arată cum sînt legate electric între ele lamelele în diferitele poziții ale comutatorului (semnul X indică contactul închis, iar semnul – contactul deschis).

— *Comutatoare cu came* (fig. 3.25) caracterizate prin aceea că acționarea închiderii și deschiderii contactelor se realizează cu ajutorul unui ax cu came.

Sînt utilizate în schemele de comandă ale mașinilor-unelte pentru realizarea unui număr mare de mișcări în diferite combinații. Din punct de vedere constructiv aceste comutatoare sînt similare cu cele cu pachet.

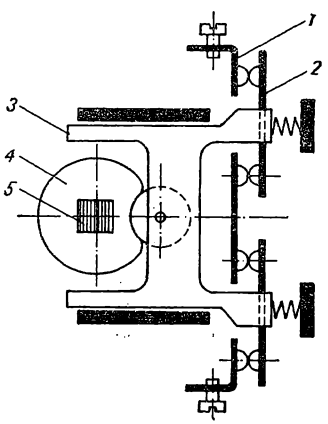


Fig. 3.25. Schema constructivă a unui întreruptor cu came.

Deosebirea dintre comutatoarele pachet și cele cu came o constituie modul de realizare a circuitului de curent astfel :

La comutatoarele pachet, contactele mobile se rotesc o dată cu axul de acționare, în timp ce contactele fixe sînt așezate pe un cerc periferic, închiderea și deschiderea circuitului se realizează prin frecare între contacte.

La comutatoarele cu came contactele mobile execută mișcări de translație, închiderea și deschiderea circuitelor realizîndu-se fără frecare cu ajutorul unor contacte de presiune punctiforme.

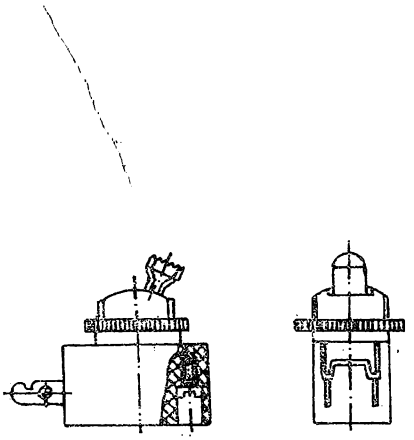


Fig. 3.26. Întreruptor monopolar (basculant).

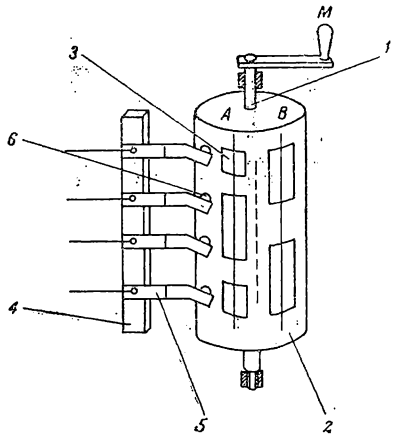


Fig. 3.27. Schema constructivă a unui controler.

— *Comutatoare monopolare* (întreruptoare basculante). Acestea se folosesc în special în circuitele de iluminat electric al utilajelor industriale.

În fig. 3.26 este reprezentat un asemenea comutator.

— *Controlere*. Aceste aparate sînt comutatoare cu acțiuni multiple destinate pentru realizarea unor regimuri complexe de comandă, cu un număr mare de circuite, și unde se cere comutarea lor simultană. Schema constructivă a unui controler este reprezentată în fig. 3.27. Tamburul *2* confecționat din material izolant este acționat de manivela *M*, care se rotește în jurul axului *1*.

Pe suprafața cilindrului tamburului se fixează un anumit număr de segmenți confecționați din cupru de diferite mărimi *3*, și montați în rînduri longitudinale, legați electric între ei după anumite scheme. Pe suportul *4* confecționat din material izolant sînt fixate lamelele *5*, care pot veni în contact cu segmenții de pe tambur prin intermediul degetelor *6*, confecționate din lame elastice de bronz fosforos, care au la vîrf niște piese de contact din cupru. Fiecare deget de contact corespunde unui conductor electric, care vine la controler. Prin acționarea tamburului din segmenți, aceștia unesc degetele *6* în anumite combinații.

Controlerele sînt folosite în special la mașinile-unelte pentru comutarea polilor motoarelor cu un număr variabil de poli.

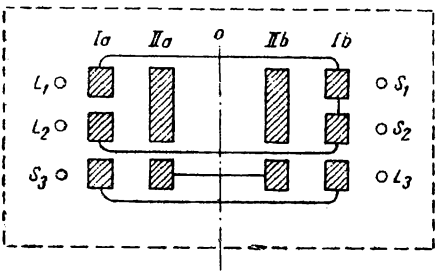


Fig. 3.28. Schema desfășurată a unui controler, folosit la schimbarea sensului de mers a unui motor asincron.

Schema din fig. 3.28 reprezintă un controler folosit la schimbarea sensului de mers al unui motor asincron trifazat. Punctele L_1, L_2, L_3 reprezintă degetele care vin în contact cu bornele statorice ale motorului. Sectoarele de contact dispuse pe generatoarele tamburului sînt reprezentate în schemă prin niște dreptunghiuri hașurate care de fapt realizează legătura electrică dintre degetele de contact. Cînd manivela controlerului este rotită în poziția *A* (fig. 3.27), contactele aflate la extremitatea degetelor L_1, L_2, S_3 se găsesc pe verticala dreptunghiurilor *Ia*, iar cele aflate în extremitățile degetelor S_1, S_2, L_3 pe verticala dreptunghiurilor *Ib*. În mod similar cînd manivela este adusă în poziția *B*, contactele degetelor L_1, L_2, S_3 ajung pe verticala dreptunghiurilor *II a*, iar contactele lamelelor S_1, S_2, L_3 pe verticala dreptunghiurilor *II b*.

Urmărindu-se conexiunile degetelor pentru pozițiile *I* și *II* se constată că ele corespund la sensuri de rotație diferite ; astfel, dacă degetele se află pe verticala *I* motorul va avea un sens de rotire, iar dacă se află pe verticala *II* va avea sens de rotire contrar.

La mașinile-unelte cu motoare mai mici de 4,5 kW, pornirea se face cuplînd motorul direct de la rețea. Pentru puteri mai mari, în cazul motoarelor cu rotorul în scurtcircuit se folosește un comutator stea-triunghi, iar pentru motoarele cu inele colectoare, un reostat de pornire sau demaraj.

Butoane de comandă. Pentru închiderea sau deschiderea manuală a circuitelor de comandă din schemele de acționare a utilajului industrial sînt utilizate butoane de comandă. Asemenea aparate pot fi cu : contacte normal deschise, și cu revenire automată în poziția „deschis" după ce apăsarea pe buton a încetat (fig. 3.29, *a*) normal închise și cu revenire automată (fig. 3.29, *b*). În unele cazuri, în practică, sînt utilizate butoane care pot comanda simultan două circuite (fig. 3.29, *c*). În acest caz închiderea circuitului *1-1*, are loc simultan cu deschiderea circuitului *2-2* și invers. Revenirea automată în poziția inițială este realizată cu ajutorul arcului elicoidal *A*.

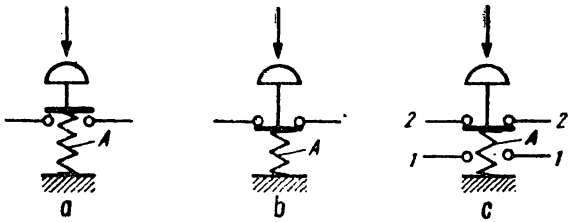


Fig. 3.29. Butoane de comandă cu revenire automată.

În practică sînt întîlnite și butoane cu acțiune permanentă (fig. 3.30) caracterizate prin aceea că revenirea la poziția inițială, după ce s-a apăsat pe butonul B_1, nu se poate realiza decît dacă se apasă pe celălalt buton B_2.

Construcția unui asemenea tip de buton este reprezentată în fig. 3.31. Corpul butonului *1* este confecționat din material izolant și are montate în el bornele de contact. Coada butonului *2*, pe care se montează arcul elicoidal de revenire *3*, este executată de asemenea din material izolant. Arcul elicoidal *3* se sprijină pe placa izolantă *4*, fixată de corp cu ajutorul șuruburilor cu cap înecat *5*. Rotirea lamelei de contact *6*, care stabilește continuitatea electrică între borne,

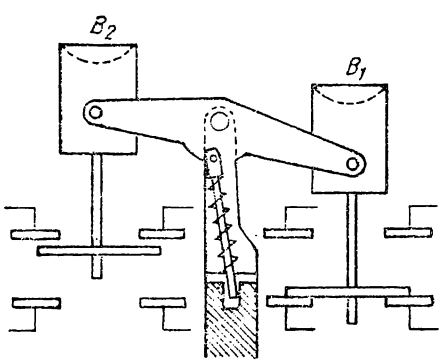


Fig. 3.30. Butoane de comandă cu acțiune permanentă.

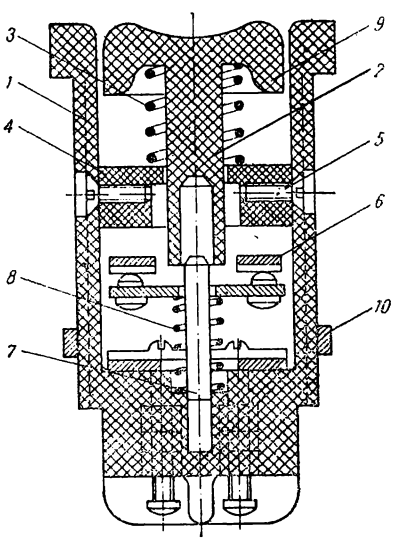


Fig. 3.31. Buton de panou.

este împiedicată de coada butonului 2, a cărui secțiune la partea inferioară este pătrată. Presiunea de contact a lamelei este realizată cu ajutorul arcului 8 montat pe capul 7, fixat la rîndul său pe corpul butonului. În capul cozii 2 se montează capacul 9, asupra căruia se acționează manual prin apăsare. Fixarea butonului în cutia de comandă sau în panou se face de obicei cu ajutorul unei piulițe de strîngere 10.

Pe lîngă aceste tipuri de butoane, în schemele de comandă ale utilajelor industriale se folosesc și butoane „*Oprire*" cu cap aparent lățit (fig. 3.32). Aceste butoane sînt foarte avantajoase pentru oprirea rapidă în caz de avarii.

Toate butoanele de comandă ale utilajelor se găsesc de obicei montate în panouri sau cutii de comandă protejate împotriva pătrunderii prafului, pulberilor metalice sau stropirii cu lichide. Numai capetele butoanelor sînt accesibile din afara cutiei sau panoului pentru a putea fi acționate.

Capetele butoanelor nu trebuie să depășească suprafața plăcii frontale pentru a evita posibilitatea apăsării accidentale a butoanelor, care în unele cazuri poate duce la avarii grave ale mașinii sau la accidente.

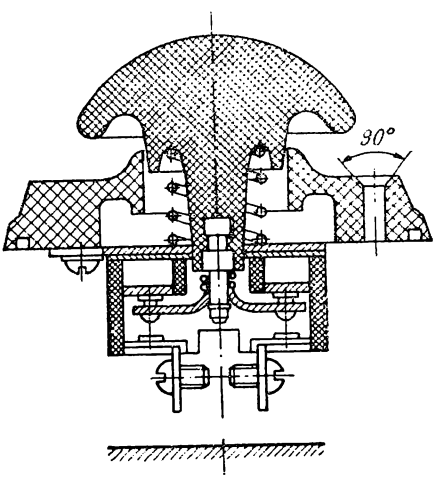


Fig. 3.32. Buton „OPRIRE" cu cap mare.

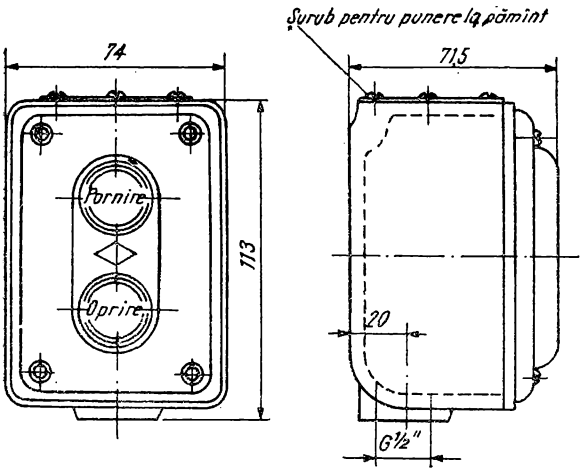


Fig. 3.33. Cutie cu butoane în carcasă.

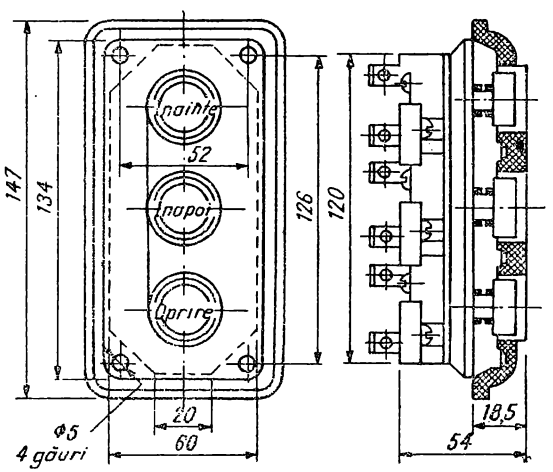


Fig. 3.34. Cutie cu butoane fără carcasă.

În fig. 3.33 este reprezentată o cutie de comandă cu două butoane în carcasă, destinată montării pe părțile exterioare ale utilajului.

În fig. 3.34 este reprezentată o cutie de comandă cu trei butoane fără carcasă destinată montării într-o nișă din batiul mașinii, iar

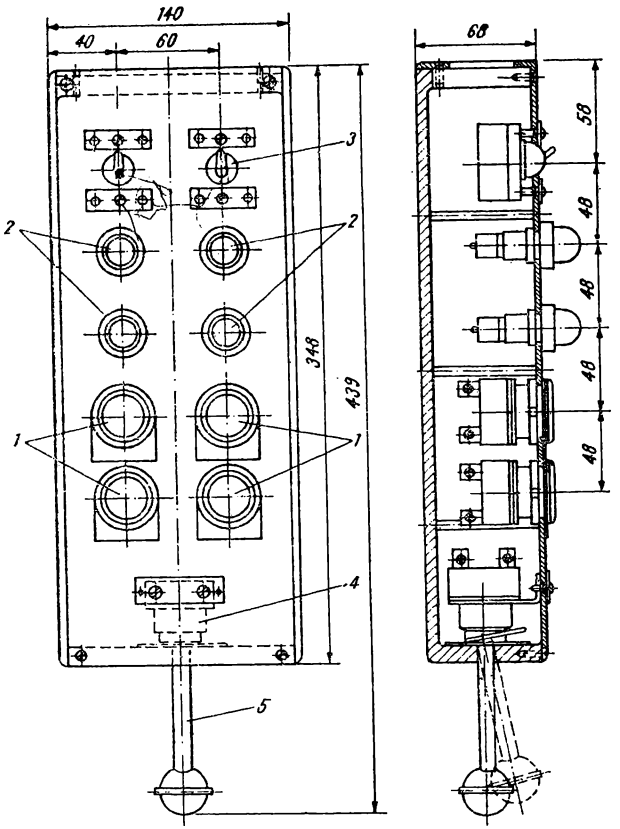


Fig. 3.35. Cutie cu butoane suspendate.

În fig. 3.35 este reprezentată o cutie cu butoane care se suspendă la capătul unui tub flexibil, prin care trec conductoarele. Pe lîngă cele patru butoane *1*, cutia este prevăzută cu patru lămpi de semnalizare *2*, două comutatoare monopolare *3* și butonul *4* prevăzut cu pîrghii de împingere *5*. În cazul unei apăsări ușoare pe această pîrghie, în orice direcție, are loc întreruperea tuturor mișcărilor mașinii.

Cutiile de comandă cu butoane suspendate pot avea diferite forme și pot avea în cuprinsul lor diferite aparate specifice utilajului.

Cheile de comandă sînt aparate cu comandă manuală ; se realizează atît pe principiul rotirii, cît și pe principiul translației, însă se confecționează pentru curenții nominali mici (2—10 A).

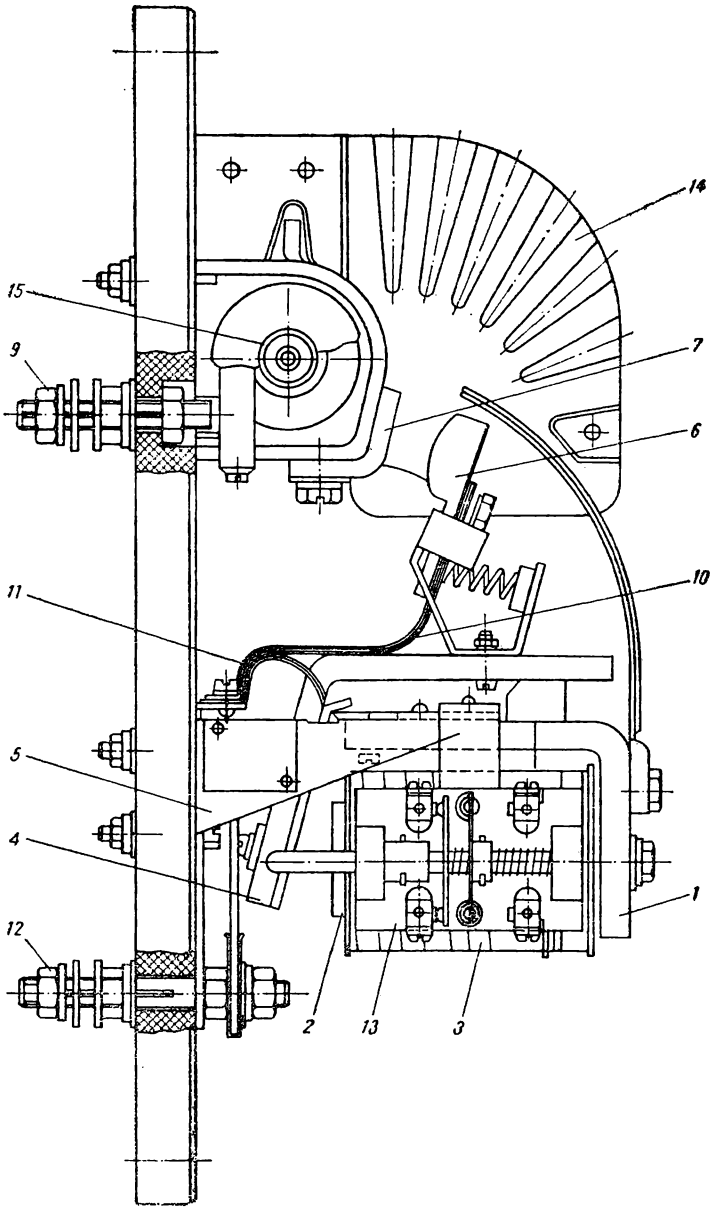


Fig. 3.36. Contactor electromagnetic de curent continuu.

Aparate de comutație și comandă cu acționare automată

Sînt caracterizate prin aceea că închiderea sau deschiderea circuitului sau ambele operații se fac automat, prin acțiunea provocată de un declanșator sau un releu, atunci cînd în circuit intervin anumite condiții accidentale sau premeditate. Ele pot fi acționate și de un operator prin acționarea unui buton de comandă montat în apropierea aparatului sau la distanță.

Din grupa acestor tipuri de aparate frecvent utilizate în acționarea utilajelor industriale se pot deosebi : contactoare, ruptoare, reostate de pornire, comutatoare în cruce etc.

Contactoarele (fig. 3.36) sînt aparate pentru comandă de la distanță, care funcționează sub acțiunea unui electromagnet și au rolul de a închide un circuit datorită unei comenzi din afară, menținîndu-se închis atîta timp cît durează această comandă.

Ruptoarele (fig. 3.37) sînt aparate care realizează operația inversă, adică deschid circuitul sub acțiunea unei comenzi, menținîndu-l deschis pe toată durata cît comanda este exercitată.

Datorită asemănării constructive, în exploatare ambele tipuri de aparate sînt de obicei menționate sub același nume de contactoare. Deosebirea între ele constă în aceea că la contactoare poziția normală (de repaus) corespunde situației cu circuitul principal deschis, pe cînd la ruptoare poziția normală corespunde situației cu circuitul principal închis. Modul de funcționare al contactoarelor este caracterizat prin aceea că deplasarea contactelor mobile este executată indirect prin intermediul unui electromagnet (fig. 3.36). Cu ajutorul unui buton de comandă (de contact) se închide circuitul bobinei electromagnetului *1* (format din miezul *2*, pe care se află bobina *3* și armătura mobilă *4*) prin care trece curentul de comandă.

Armătura mobilă *4*, prevăzută cu suportul *3*, susține contactul mobil *6*.

Contactul mobil *6* apasă pe contactul fix *7*, montat pe placa izolantă *8*. Legătura între borna de ieșire *12* a curentului și contactul mobil se face cu ajutorul unui conductor flexibil *10*, format din lamele subțiri de cupru sau împletitură de sîrmă de cupru.

Deschiderea rapidă a contactelor, în timpul acționării este asigurată de arcurile lamelare *11*.

Contactele principale ale contactorului se pot arde puternic sub acțiunea arcului electric care apare în momentul deconectării circuitului electric de către contactor.

Pentru a preveni acest inconvenient și a asigura stingerea arcului electric, contactorul este prevăzut cu bobina de stingere a arcului *15*, formată dintr-un număr mic de spire de sîrmă cu secțiune

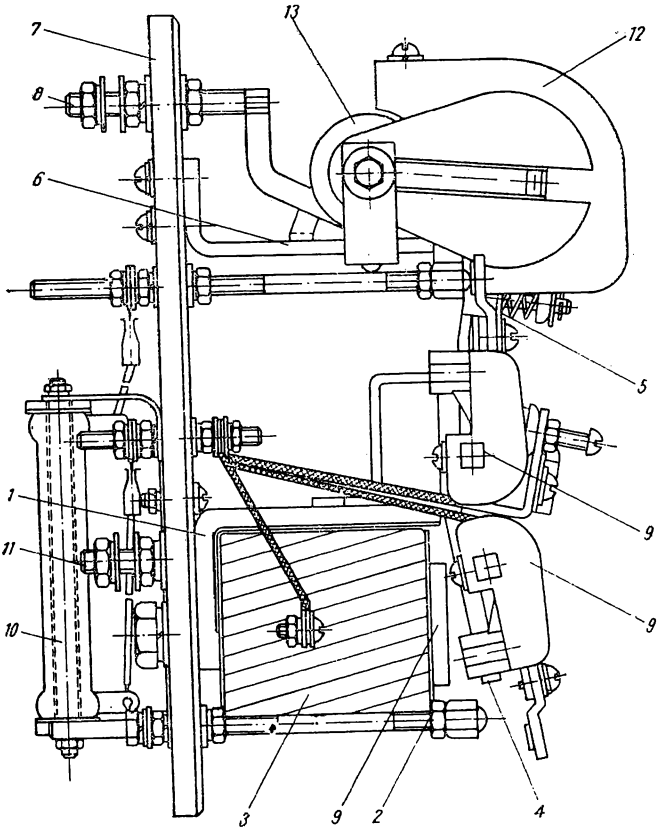


Fig. 3.37. Ruptor RMC 80 :

1 — jug ; *2* — miez magnetic ; *3* — bobină ; *4* — armătură mobilă ; *5* — contact mobil ; *6* — contact fix ; *7* — placă de bază ; *8* — bornă de intrare ; *9* — contact auxiliar ; *10* — rezistență economizoare ; *11* — bornă de ieșire ; *12* — cameră de stingere ; *13* — bobină de suflaj.

mare (sau dintr-o bandă răsucită de cupru). Spirele bobinei sînt parcurse de întregul curent principal. Cîmpul magnetic al bobinei se închide în spațiul dintre contactele principale ale contactorului, între care apare arcul electric. Cîmpul magnetic al bobinei de stingere (suflaj) este dirijat în zona în care apare arcul electric prin intermediul a două plăci din material feromagnetic, care mărginesc contactele principale ale contactorului în dreapta și în stînga. Între plăcile de material feromagnetic se fixează camera de stingere a arcului *14*

confecționată din azbociment, care limitează lateral zona de apariție a arcului electric.

Bobina de stingere (suflaj) a arcului electric se folosește atît la contactoarele de curent continuu cît și la cele de curent alternativ.

Contactoarele de curent alternativ au o construcție diferită de cele în curent continuu. Ele sînt în mod curent utilizate în rețelele electrice trifazate și după numărul de poli sînt tripolare, iar cele de curent continuu sînt monopolare sau bipolare.

Ruperea arcului electric format la întreruperea curentului alternativ este mai ușoară decît în curent continuu, deoarece curentul alternativ trece periodic prin valoarea zero și din această cauză dispozitivul de stingere este mult mai simplificat.

Deoarece bobina din circuitul magnetic este alimentată de obicei tot în curent alternativ, miezul electromagnetului de acționare și armătura sa mobilă nu se mai execută din fier masiv (ca în cazul circuitelor magnetice alimentate în curent continuu) pentru a se împiedica formarea curenților turbionari.

Din aceste considerente circuitele magnetice ale contactoarelor de curent alternativ se execută din tole separate din oțel electrotehnic de 0,3—1 mm grosime. Pentru a amortiza vibrațiile armăturii datorită variației periodice a forței de reținere, se folosesc spire în scurtcircuit montate pe miezul magnetic.

Cuplarea contactorului de curent alternativ are loc repede și este însoțită de o ciocnire puternică a armăturii de miezul bobinei Acest fapt reduce durata de serviciu a aparatului.

În fig. 3.38 este reprezentată schema constructivă a unui contactor tripolar, utilizat pentru pornirea directă și oprirea unui motor asincron trifazat în scurtcircuit destinat acționării unei mașini-unelte.

Prin apăsarea butonului de pornire *Bp* se execută comanda de la distanță a aparatajului electric al mașinii-unelte, iar cînd se apasă pe butonul de oprire *Bo*, circuitul bobinei *B* a electromagnetului *E* se întrerupe, determinînd deschiderea armăturii mobile *A* și a contactelor *C* și C_b, ceea ce face ca motorul electric de acționare să se oprească. Funcționarea acestui contactor este însoțită de șocuri de curent puternice, din care cauză se cere ca legăturile conductoarelor să fie foarte îngrijit executate, iar conductoarele suficient de robuste.

Contactele principale ale contactorului sînt prevăzute de obicei cu o bobină pentru stingerea arcului și alimentată de curentul principal. Fluxul magnetic creat de bobină contribuie la ruperea mai rapidă a arcului electric dintre contacte în momentul întreruperii curentului.

Reostatele de pornire pot fi acționate manual sau cu comandă automată și sînt de mai multe feluri.

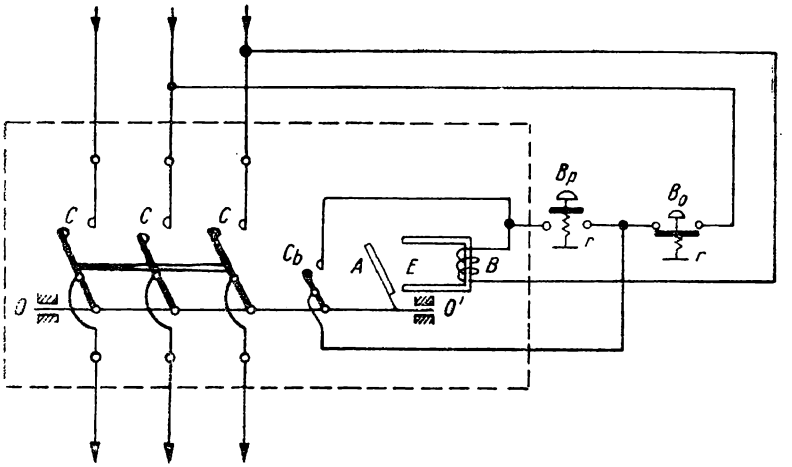


Fig. 3.38. Schema constructivă a unui contactor tripolar.

În fig. 3.39 sînt prezentate schematic principiile de funcționare a cîtorva sisteme de comandă a reostatelor de demaraj.

Reostatele sînt formate de obicei dintr-o cutie metalică în care se montează o serie de rezistențe legate la platourile metalice ale unui comutator.

Reostatele de demaraj ale motorului de curent continuu au un plot liber, izolat, pe care stă peria de contact a manetei atunci cînd motorul nu funcționează. Numărul ploturilor, deci al treptelor de demaraj, depinde de puterea motorului, de viteza de pornire și de cuplul de pornire. Principalele metale din care se confecționează rezistențele pentru reostate sînt : feronichel, ferocrom, aliaje crom, nichel, oțel sau fontă.

Reostatele de pornire pentru motoarele asincrone cu inele colectoare au trei rînduri de rezistențe legate prin inele la cele trei faze ale motorului și la trei serii de ploturi ale reostatului decalate între

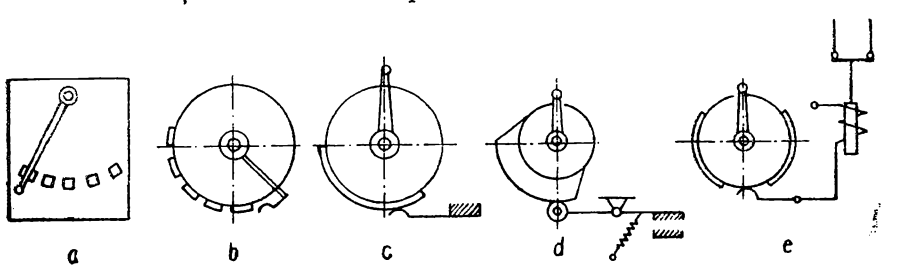


Fig. 3.39. Principiul de funcționare și comandă a reostatelor de demaraj.

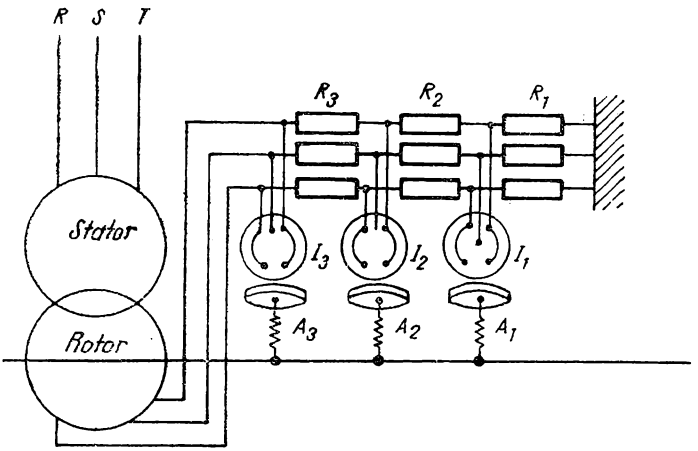


Fig. 3.40. Reostat automat de pornire acționat prin forță centrifugă.

ele cu 120°. Maneta de comandă este prevăzută cu o rozetă (stea), care vine în același timp în contact cu ploturile celor trei rezistențe, astfel încît rezistențele reostatului, care sînt intercalate în cele trei faze ale motorului să fie în orice moment egale.

Mașinile-unelte acționate de motoare asincrone cu inele colectoare au motoarele prevăzute cu reostate automate de pornire acționate prin forța centrifugă (fig. 3.40).

Motorul are montat pe axul său un demaror cu rezistențe împărțite în mai multe elemente R_1, R_2, R_3. Aceste rezistențe sînt puse succesiv în scurtcircuit în mod automat de către întreruptoarele centrifugale I_1, I_2, I_3.

Arcurile de rapel A_1, A_2, A_3 sînt astfel reglate încît întreruptoarele să se închidă în ordine unul după altul, corespunzător unor anumite viteze ale motorului, deci toată manevra de pornire a acestui tip de motor constă dintr-o simplă închidere a circuitului principal.

Comutatoarele în cruce. La acționările mașinilor-unelte o largă răspîndire au căpătat comutatoarele în cruce (fig. 3.41).

În capacul unui asemenea comutator este prevăzut un locaș în cruce, care permite înclinarea manetei comutatorului în patru sensuri perpendiculare. În acest caz, așa cum se vede în fig. 3.41, *a* se produce închiderea contactelor corespunzătoare. Acest tip de comutator servește pentru comanda contactoarelor mașinilor-unelte acționate cu mai multe motoare. Pe mașină comutatorul în cruce poate

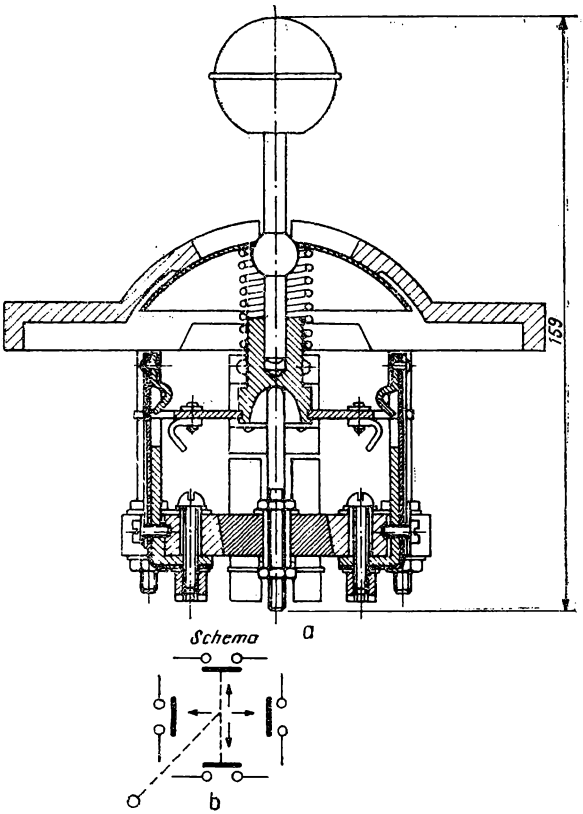


Fig. 3.41. Comutator în cruce.

fi montat în așa fel, încît înclinarea manetei lui într-un sens sau în altul să provoace deplasarea elementului corespunzător al mașinii, în același sens. Acest fapt ușurează comanda mașinii.

Întreținerea și repararea aparatajului de comutație și comandă

Aceste operații constau în înlăturarea defectelor sau a deranjamentelor ce apar în timpul funcționării.

Păstrarea caracteristicilor nominale o perioadă cît mai mare depinde de modul cum sînt întreținute și reparate aparatele.

Deranjamentele care apar în timpul funcționării la aceste aparate sînt determinate, în general, de uzura contactelor și a elementelor mecanice.

Suprafețele contactelor opun o rezistență mai mare la trecerea curentului decît conductoarele care aduc curentul, din care cauză contactele aparatajului se încălzesc. Această încălzire nu trebuie să depășească 100°C, în condițiile unei exploatări normale. Acțiunea prafului și umezelii favorizează creșterea rezistenței și încălzirea puternică a contactelor. Constatarea unei încălziri puternice a contactelor impune scoaterea aparatului din circuit și remedierea defectului care provoacă încălzirea. În cazul cînd contactele aparatelor prevăzute cu bobine de suflaj produc scîntei puternice în timpul întreruperii, se impune verificarea bobinei de suflaj pentru a înlătura formarea arcului electric între contacte, deoarece acestea dezvoltă temperaturi ridicate, care duc la topirea contactelor. Pentru a preveni efectul oxidării contactelor și a realiza un contact mai bun, se impune o curățire și ungere periodică, cu care ocazie se verifică și gradul de uzură și se vor ajusta sau înlocui cele defecte. În cazul îndepărtării defectului prin ajustare, se recomandă ca după executarea acestei operații contactele aparatului să fie cositorite. Contactele, care au durată mare a ciclului de funcționare, trebuie să fie unse cu vaselină, sau alte unsori consistente neutre (antiacide și anticorozive amestecate cu praf de grafit).

Înlăturarea jocurilor din articulațiile mecanismelor și în general, în toate locurile unde există piese în mișcare una față de cealaltă, asigură un contact perfect, previne vibrațiile care favorizează producerea de scîntei între contacte pe toată perioada cît aparatajul se află sub curent, fără a fi manevrată întreruperea intermitentă sau definitivă a circuitului etc.

În afară de ungerea și îndepărtarea jocurilor dintre piesele în mișcare, este necesar ca periodic să se ungă și fețele electromagneților de acționare, în special a suprafețelor rectificate, care se vor șterge cu o cîrpă uscată și curată.

Înrăutățirea contactului electric poate duce la accidente grave în exploatare caracterizate prin : sudarea contactelor datorită scînteilor produse și împiedicarea manevrării aparatului, producerea de incendii prin încălzirea excesivă a contactelor (acestea se pot carboniza și aprinde piesele și carcasele aparatelor confecționate din : bachelită, pertinax, fibră etc.), scurtcircuitele prin arderea izolației cablurilor de legătură datorită încălzirii excesive a contactelor.

Pentru a preveni aceste accidente, pe lîngă măsurile menționate mai sus, o atenție deosebită trebuie acordată arcurilor care apasă contactele, deoarece un arc slăbit nu asigură o presiune corespun-

zătoare asupra contactelor, ceea ce are ca efect un contact slab sau nesigur. Pentru a realiza o presiune corespunzătoare arcul se întinde, însă trebuie verificat pentru a nu se realiza o presiune prea mare ; din aceste motive se recomandă ca arcul să fie înlocuit cu altul nou.

Repararea întreruptoarelor cu cuțite și a comutatoarelor trebuie făcută în cazul cînd contactele s-au ars, articulațiile prezintă uzuri avansate, piesele izolatoare prezintă străpungeri sau sînt arse, precum și în cazul blocării mecanismelor de comandă. Contactele arse se înlocuiesc cu altele noi confecționate din aceleași materiale. Contactele elastice se confecționează de obicei din bronz fosforos, iar cuțitul și fălcile contactelor din bară de cupru electrolitic.

O atenție deosebită se va acorda la întreruptoarele cu cuțite pentru a asigura căderea cuțitului exact pe mijlocul fălcilor. În caz contrar, contactul nou nu este perfect centrat și din cauza rezistenței suprafețelor de contact cuțitul se poate arde. În cazul întreruptoarelor bipolare sau tripolare, se va face reglajul fiecărui cuțit în parte și după aceea se va monta traversa de legătură confecționată din material izolant (pertinax, textolit, ardezie etc.). La întreruptoarele cu acționare rapidă trebuie reglată presiunea arcurilor în așa fel încît toate cuțitele să facă întreruperea simultană.

Prin uzura excesivă a contactelor se poate bloca sistemul mobil, sau poate dispărea sacadarea datorită frecărilor mari dintre contactele întreruptoarelor sau contactoarelor.

Pentru aceasta este necesar să se verifice presiunea în contacte, urmărind dacă contactul fix desface lamelele contactului mobil. Trebuie avut în vedere că acesta nu trebuie să treacă liber printre lamelele contactului mobil. Totodată se va verifica dacă contactele mobile nu se înțepenesc de cele fixe. Pentru aceasta se va urmări în timpul verificării ca axul contactului fix să corespundă cu jumătatea distanței între lamelele contactelor mobile. În practică, verificarea stării contactelor fără a demonta aparatul se face cu ajutorul unui milivoltmetru de curent continuu (fig. 3.42), în care caz se trece prin

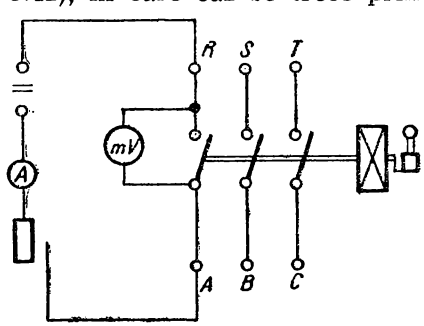


Fig. 3.42. Schema măsurării căderii de tensiune pe contacte cu ajutorul milivoltmetrului.

aparat un curent continuu egal cu curentul nominal și se citește căderea de tensiune pe contact. Sursa de curent continuu poate fi realizată cu ajutorul unei baterii de acumulatoare.

Dispariția sacadării la întreruptoare și comutatoare este determinată de uzura pieselor în mișcare ale mecanismului de sacadare (cama fixă și cama mobilă), slăbirea sau ruperea arcului de sacadare, favorizînd astfel : blocarea liberă a axului de manevrare fără a produce mișcarea contactelor, manevrarea contactelor se face fără a realiza armarea arcului (nu există sacadare), la manevrarea contactelor se produc agățări sau înțepeniri în anumite poziții.

Prevenirea defectelor mecanismului de sacadare poate fi făcută prin : curățirea și ungerea periodică, verificarea stării arcului de sacadare. În cazul cînd arcul de sacadare este slăbit sau rupt se înlocuiește cu altul nou calibrat avînd același număr de spire și același diametru (atît al arcului cît și al sîrmei din care este confecționat).

Blocarea sau înțepenirea mecanismului este determinată de : slăbirea șuruburilor de fixare a capacului mecanismului sau uzura ori ruperea camelor de sacadare. Remedierea defectului se face prin strîngerea și asigurarea împotriva slăbirii a șuruburilor de fixare, prin executarea și montarea unor piese metalice similare cu cele defecte.

În cazul unei uzuri avansate a articulațiilor se impune demontarea aparatului, rectificarea axului și alezarea găurilor articulațiilor în care se introduc bucșe de bronz executate după diametrul axului. Plăcile izolante pe care se montează aparatele, precum și piesele izolante ale acestora nu se repară, ci se înlocuiesc cu altele noi. În cazul plăcilor nu este admisă înlocuirea acestora cu altele din lemn, deoarece acestea sînt higroscopice și se aprind ușor prezentînd pericol de incendiu, iar în caz de uscare se scorojesc și se deformează.

Cînd plăcile izolante sînt din pertinax se recomandă acoperirea lor cu un lac izolant, deoarece pertinaxul nu rezistă la arcul electric. Mînerele sau butoanele comutatoarelor și întreruptoarelor trebuie să fie în perfectă stare. În cazul în care prezintă fisuri, spărturi, sau carbonizări trebuie înlocuite imediat.

Reglarea vitezei și schimbarea sensului de rotație a motoarelor electrice pentru acționarea mașinilor-unelte se face cu ajutorul controlerelor. Efectele ce se pot constata ca urmare a defectării controlerelor sînt, de obicei, apariția zmuciturilor la pornirea motorului și producerea scînteilor puternice la trecerea după o poziție pe alta a cilindrului pe care se află montați în rînduri segmenți de contact.

Fiecărui rînd îi corespunde cîte un deget de contact. Pentru o funcționare corectă, degetele trebuie să fie reglate pe aceeași linie cu segmenții.

În general, defectele controlerelor se datoresc :

— slăbirii segmenților de contact pe cilindru,

— deplasării degetelor de contact,

— uzurii capului degetului,

— uzurii segmentului,

— arsurilor formate pe deget sau pe segment,

— străpungerii izolației corpului cilindrului,

— slăbirii presiunii degetului prin ruperea brațului sau a arcului,

— slăbirii cablului care se leagă la borna degetului.

Capetele degetelor de contact și segmenții uzați trebuie înlocuiți cu alții noi, iar după montare trebuie să li se regleze presiunea de contact. Celelalte defecte se înlătură prin ajustare, reglare și strîngere.

În exploatare controlerele trebuie să fie ferite de umezeală și praf, din care cauză ele se montează în cutii izolatoare bine protejate împotriva pătrunderii prafului, iar din cînd în cînd se impune să fie șterse, în special, corpul cilindric pe care sînt montați segmenții de contact.

Comanda automată de la distanță a elementelor de acționare se realizează cu ajutorul contactoarelor și ruptoarelor, caracterizate printr-o frecvență mare de conectări sub curent. Din aceste considerente, contactele acestor aparate trebuie să reziste la un număr mare de manevre (peste 1 000 000) suportate în condițiile unui curent de rupere egal cu aproape de șase ori curentul nominal. Durata de exploatare a acestor aparate crește în condițiile unui curent de rupere mai mic decît curentul nominal și invers, durata scade în condițiile unui curent de rupere mai mare decît curentul nominal.

Contactele contactoarelor și ruptoarelor sînt executate din cupru sau alamă, iar în unele cazuri sînt placate cu plăcuțe de argint sau cu nituri de argint.

Cele mai frecvente defecte care pot apărea în exploatarea acestor aparate sînt :

— uzura contactelor datorită ruperii repetate a arcului electric sau întreruperii unui scurtcircuit violent,

— reducerea presiunii pe contact, favorizată de uzura electrică a contactelor, sau de slăbirea ori ruperea arcurilor ;

— sudarea contactelor, datorită scăderii forței de apăsare pe contact, călcării proaste a contactului mobil pe cel fix, sau producerii unui scurtcircuit ce depășește capacitatea de rupere a aparatului,

— scurtcircuitarea spirelor bobinei de suflaj magnetic, favorizată de întreruperea repetată a curenților de funcționare, sau producerea unor scurtcircuite violente,

— defectarea bobinelor de acționare (bobinele de acționare sînt de două feluri, pentru curent continuu și pentru curent alternativ) determinată de supratensionare, prin conectarea la o tensiune mai ridicată decît cea normală, de producerea scurtcircuitelor între spire sau ruperea legăturilor la borne ;

— defectarea circuitului magnetic, favorizată de deteriorarea feței de lucru a electromagnetului datorită manevrării repetate, așezarea defectuoasă a armăturii mobile, ruperea spirei în scurtcircuit (în cazul electromagneților de curent alternativ), remanența magnetică.

Înlăturarea defectelor produse la aceste aparate impune executarea unor operații specifice defectului apărut. Se verifică starea contactelor pentru a se vedea dacă acestea se găsesc în limitele de uzură admisibile și dacă mai există cursa de contact (cursa de contact este de 2—3 mm și constituie cursa făcută de contactul mobil al aparatului după ce a atins contactul fix), aceasta se execută după ce în prealabil s-a demontat camera de stingere a aparatului.

În cazul cînd nu există cursă de contact, se înlocuiesc contactele fixe și mobile cu altele noi, folosindu-se aceleași materiale din care au fost executate cele inițiale (alamă, cupru, sau argint). Nu este admisă nici o înlocuire de materiale, deoarece aceasta favorizează deteriorarea aparatului. În ce privește contactele placate cu argint, înlocuirea se face prin pilirea plăcii de argint uzate și montarea unei plăci noi de argint cu aceleași dimensiuni, prin lipire de suportul de cupru sau alamă (lipirea se face tot cu argint). Pentru executarea lipirii se folosește ca decapant praf de borax. După lipire se recomandă ciocănirea plăcii pe toată suprafața de contact pentru a realiza o ecruisare a materialului, după care contactul se va monta pe aparat fără a se ajusta suprafața ciocănită.

Reducerea presiunii de contact se remediază prin verificarea și reglarea arcurilor. Verificarea presiunii arcurilor se face cu ajutorul unui dinamometru gradat și a unei lămpi de semnalizare legată în serie cu o sursă de joasă tensiune (6—12 V) (fig. 3.43).

Trăgînd de dinamometru, lampa se va stinge în momentul în care presiunea indicată va fi egală cu cea a contactului. Dacă forța măsurată este mai mică arcul se înlocuiește.

În cazul sudării contactelor, acestea se vor desface cu ajutorul unei dălți, se vor ajusta cu ajutorul unei pile fine, se verifică presiunea de contact, după care se execută controlul călcării contactelor.

Controlul călcării contactelor se face prin intermediul unei foi de hîrtie albă peste care se așază o hîrtie de indigou, după care se introduce între fiecare pereche de contacte fix și mobil. După închiderea contactorului urma imprimată pe care o lasă contactele mobile trebuie să aibă forma unei linii continue cuprinzînd lățimea contactului. Dacă urma este scurtă și orientată într-o parte a contactului, înseamnă că contactul mobil calcă strîmb, fiind astfel necesară îndreptarea sa. Îndreptarea poate fi făcută cu ajutorul unui clește sau se ajustează contactele (fix și mobil) pînă cînd acestea calcă corect.

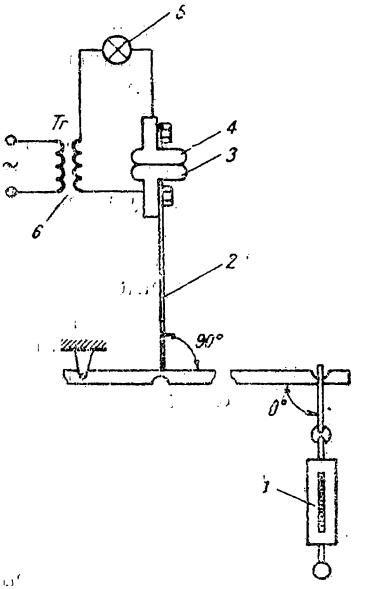


Fig. 3.43. Schema verificării presiunii arcurilor cu ajutorul dinamometrului și a unei surse de curent de joasă tensiune:
1 — dinamometru; 2 — tijă de acționare; 3 — contact mobil; 4 — contact fix; 5 — lampă de semnalizare; 6 — transformator de joasă tensiune.

Defectele de scurtcircuitare a spirelor bobinei de suflaj magnetic se remediază prin separarea spirelor bobinei cu ajutorul unei șurubelnițe și izolarea lor cu fîșii de prespan, bandă de scoci pînzat sau cu lac. Dacă bobina de suflaj este întreruptă, se reface bobina sau se înlocuiește cu alta nouă.

În ce privește bobinele de acționare principalele defecte sînt determinate de supratensionarea acestora, favorizată de apariția în circuit a unei tensiuni mai ridicate decît cea admisibilă, favorizînd astfel arderea izolației spirelor din care este confecționată bobina și producerea de scurcircuite între spire. Defectul se poate remedia prin corectarea tensiunii rețelei cu ajutorul unui stabilizator de tensiune dacă este posibil, sau prin montarea unei bobine corespunzătoare.

Scurtcircuitul între spire sau ruperea unui conductor se remediază prin refacerea bobinei.

Remedierea defectelor circuitului magnetic al contactoarelor și ruptoarelor se rezumă, în general, la repararea și întreținerea electromagneților. La aparatele de curent continuu deteriorarea suprafeței de lucru a electromagnetului nu creează neajunsuri importante

în exploatare. De altfel și reparația acesteia se face ușor prin pilire sau rectificare, urmărindu-se ca miezul mobil al electromagnetului să calce perfect pe suprafața miezului fix.

În cazul aparatelor de curent alternativ deteriorarea suprafeței de lucru a electromagnetului nu permite așezarea corectă a miezului mobil pe cel fix, favorizînd astfel creșterea curentului absorbit de bobină și apariția unor vibrații a căror mărime este în funcție de gradul de deteriorare al suprafeței. Din aceste considerente remedierea defectelor suprafețelor polare ale electromagnetului este absolut necesară. Remedierea defectelor se realizează prin demontarea electromagnetului, după care se rectifică suprafețele de lucru pe o mașină de rectificat plan. În cazul cînd nu este posibil acest lucru se ajustează suprafețele de lucru ale electromagnetului cu ajutorul unei pile, după care se șlefuiește cu hîrtie abrazivă urmărindu-se ca suprafața de lucru a miezului mobil să calce perfect pe suprafața de lucru a miezului fix. După șlefuire suprafețele se curăță și se ung cu vaselină neutră.

Așezarea defectuoasă a armăturii mobile pe cea fixă este cauzată fie de un montaj incorect, fie de o dereglare în timpul funcționării, determinată de slăbirea elementelor de fixare.

În cazul montajului defectuos sau al dereglării, se desfac șuruburile care fixează armătura mobilă și se corectează poziția acesteia sau în caz contrar se reglează poziția armăturii fixe. Trebuie ținut seama și de faptul că în exploatare aceste dereglări pot fi produse și din cauza unei uzuri avansate a lagărelor, determinată de o funcționare îndelungată. Acest lucru impune demontarea și verificarea lagărelor și în caz de uzură avansată se înlocuiesc cu altele noi, executate din bronz sau alamă.

Dacă spira în scurtcircuit este ruptă, aceasta favorizează arderea bobinei de acționare și deschiderea electromagnetului. Defectul este semnalat de apariția unor vibrații puternice. Remedierea acestui defect este posibilă prin refacerea sau înlocuirea spirei în scurtcircuit.

Spira se impune să fie executată din același material (alamă sau cupru) și cu dimensiuni similare spirei inițiale, după care se montează în canalul executat în miezul magnetic.

În unele cazuri, spira se fixează cu ajutorul unui arc elicoidal sau al unei plăcuțe metalice, care se îndoaie peste spiră. După fixarea spirei se rectifică din nou fața circuitului magnetic.

Cînd spira este ruptă într-un singur loc, defectul se remediază prin lipirea cu un aliaj de cupru și argint. Lipirea cu aliaj pe bază de cositor nu este admisă, deoarece nu se poate asigura rezistența corespunzătoare la șocuri și vibrații.

Remanența magnetică se înlătură prin reglarea forței resortului antagonist sau prin schimbarea acestuia, precum și prin practicarea unor întrefieruri suplimentare de 0,1—0,2 mm. Trebuie ținut seama de faptul că un întrefier mai mare mărește curentul absorbit de bobină producînd astfel arderea acesteia.

Remanența magnetică poate fi prevenită prin introducerea unui nit de cupru, alamă sau aluminiu pe suprafața miezului magnetic.

În cazul reostatelor cu rezistențe spiralizate, legătura la șuruburile de contact se poate face prin contact direct prin intermediul unor conductoare de cupru flexibile, care se lipesc la capetele spiralei elementului. Se recomandă o curățire atentă a capătului spirei înainte de a fi strîns între două rondele de alamă.

Pentru a micșora rezistența de trecere la contacte și pentru sudarea spirelor arse sau rupte se întrebuințează o pastă specială de lipit. Aceasta se așază pe locul de sudat, după care se trece un curent între cele două capete ale contactului. Prin încălzire pasta se topește favorizînd lipirea celor două capete. Se va avea în vedere ca spirele rezistenței să nu se atingă între ele sau cu corpul aparatului, deoarece acesta dă naștere la scurtcircuite, fapt ce determină scoaterea din funcțiune a reostatului. Înlocuirea unui element de rezistență ars se poate face cu un element confecționat din același material avînd rezistența ohmică similară. Izolarea capetelor de legătură la ploturi se face, de obicei, prin intermediul unor mărgele de porțelan înșirate pe toată lungimea conductorului.

3.3.2. APARATAJ DE PROTECȚIE ȘI SEMNALIZARE

Condițiile de exploatare ale utilajului industrial și, în special, productivitatea și siguranța în exploatare depind în foarte mare măsură de sistemul de protecție și semnalizare. Protecția acționărilor electrice are în vedere prevenirea, detectarea și localizarea anumitor defecte ce se produc în circuitul de alimentare și comandă ale utilajelor industriale, care ar putea provoca avarierea utilajului și ar pune în pericol viața operatorului însăși. Aceasta se realizează prin : relee, siguranțele fuzibile, lămpi de semnalizare, sonerii etc.

Releele sînt aparate electrice prin intermediul cărora se pot transmite diferite comenzi electrice pentru a stabili sau întrerupe imediat, sau după un anumit timp reglabil (temporizat) continuitatea unui circuit care alimentează, de obicei, bobinele contactoarelor sau automatelor de protecție. După principiul lor de funcționare, releele pot fi electromagnetice, polarizate, magnetoelectrice, termice, electrohidraulice etc., iar în funcție de numărul contactelor ele pot fi cu două sau mai multe contacte.

Releele electromagnetice sînt formate, în general, dintr-o bobină înfășurată în jurul unui miez. În momentul în care bobina este străbătută de curent, miezul bobinei se magnetizează și atrage armătura releului solidară cu un sistem de contacte.

În fig. 3.44 este reprezentat un releu electromagnetic format din miezul cilindric *5* și o placă de bază încovoiată *2*, pe muchia căreia este fixată armătura *1*. Armătura este prevăzută la capătul din dreapta cu un cap izolat, dispus în fața lamelor de contact *3*. În cazul cînd bobina *4* este străbătută de curent, capătul din stînga al armăturii este atras spre miez, iar capătul din dreapta acționează asupra lamelelor de contact, închizînd contactul normal deschis.

Relee polarizate (fig. 3.45). În exploatare sînt utilizate pe lîngă relee electromagnetice și relee de tip polarizat. Releul polarizat se

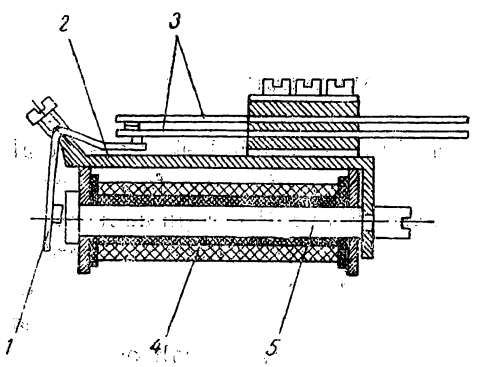


Fig. 3.44. Releu electromagnetic.

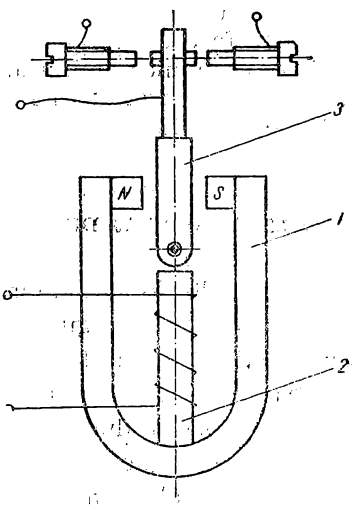


Fig. 3.45. Releu polarizat.

compune dintr-un magnet permanent *1* și un electromagnet *2*. Armătura *3* a acestui releu este magnetizată în prealabil de către magnetul permanent. În cazul cînd bobina electromagnetului este deconectată, armătura este atrasă cu aceeași forță de ambii poli ai magnetului permanent ocupînd poziția din mijloc. În cazul cînd bobina electromagnetului este străbătută de curent apare un cîmp magnetic suplimentar, care silește armătura releului să se deplaseze spre polii magnetului permanent în funcție de sensul curentului din bobină și să închidă contactele corespunzătoare.

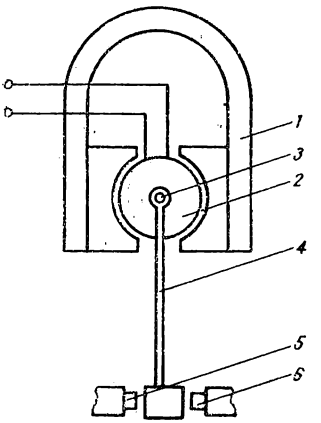


Fig. 3.46. Releu magnetoelectric :

Releele magnetoelectrice sînt formate, de asemenea, dintr-un magnet permanent în formă de potcoavă (fig. 3.46). Între polii potcoavei *1*, se află o carcasă metalică ușoară, care formează împreună cu bobina înfășurată pe ea un cadru *2*. La trecerea curentului prin bobină, cadrul se rotește în jurul miezului cilindric *3*, închizînd cu ajutorul pîrghiei *4* contactul din stînga *5*, sau cel din dreapta *6*, în funcție de sensul curentului care trece prin bobină.

Releele termice sînt caracterizate prin aceea că au acțiunea temporizată, care comandă închiderea și deschiderea unui circuit în funcție de temperatura provocată de trecerea unui curent prin conductoarele de alimentare ale motoarelor electrice pentru acționarea utilajului industrial.

În mod curent în schemele de comandă pentru acționarea utilajelor sînt folosite relee termice cu bimetal, care se utilizează și ca declanșatoare de siguranță la suprasarcina motorului electric, suprasarcină care în condițiile unei durate peste limitele admise poate provoca arderea motorului prin depășirea temperaturilor admise în bobinaj.

Asemenea supraîncălziri periculoase pot fi provocate de :

— supraîncărcarea magnetică a utilajului antrenat de motorul electric,

— blocarea mecanică a rotorului,

— tensiunea de alimentare sub cea nominală,

— întreruperea unei faze,

— frecvența prea mare de conectare.

Pentru a evita încălzirea exagerată a motoarelor electrice, au fost create, ca o completare a contactelor, relee termice al căror rol

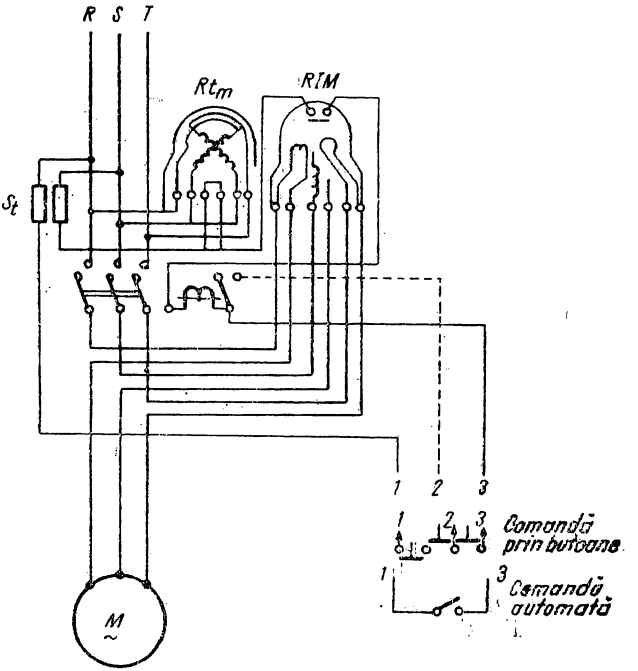


Fig. 3.47. Schema legăturilor releelor de tensiune şi de curent minime.

este de a supraveghea încălzirea motorului şi a provoca în caz de pericol întreruperea alimentării cu energie prin declanşarea contactorului.

Tipul de relee termice care se utilizează frecvent sînt cele cu bimetal.

Releul termic realizează protecţia şi pentru sarcini reduse pornind de la 1,5 ori intensitatea de reglare, iar în caz de scurtcircuit intră în acţiune într-o zecime de secundă (0,1—0,3 s).

În cazul cînd tensiunea reţelei de alimentare a scăzut sau s-a întrerupt, ori una din faze nu mai funcţionează, protecţia motoarelor de acţionare a utilajului se face cu ajutorul releelor de protecţie împotriva funcţionării în monofazat. Acest tip de releu este format din patru electromagneţi ale căror bobine sînt legate două cîte două în serie (în cazul unui circuit trifazat sînt excitate cu două tensiuni compuse) (fig. 3.47). El este reglat pentru a întrerupe atunci cînd tensiunea a scăzut sub 70% din valoarea normală şi curentul a cobo-

rît la valoarea minimă. Aceasta determină releul de curent minim, care acționează pe cele trei faze, să întrerupă circuitul de alimentare atunci cînd s-a întrerupt una din faze. În fig. 3.47 este reprezentată schema legăturilor releelor de tensiune și de curent minim, montate la un motor trifazat cu rotorul în scurtcircuit a unor mașini-unelte, cu posibilitatea comenzii automate sau prin butoane de comandă.

În exploatare protecția circuitelor electrice pentru alimentarea motoarelor de acționare ale mașinilor-unelte împotriva curenților prea mari se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile.

Siguranțele fuzibile sînt astfel construite încît, atunci cînd valoarea curentului depășește o anumită limită, să se topească întrerupînd circuitul de alimentare al instalației pe care o protejează.

La motoarele utilajelor industriale creșterea excesivă a curentului poate fi provocată de o încărcare prea mare a mașinii, de un defect de bobinaj, legarea greșită la rețea, sau deteriorarea izolației. Toate circuitele de forță și lumină ale instalației electrice de pe utilajele industriale se prevăd cu siguranțe. Circuitele de comandă nu se prevăd cu siguranțe.

Siguranțele fuzibile sînt prevăzute cu un fir fuzibil calibrat în funcție de valoarea nominală a curentului de serviciu și a curentului de topire. La valoarea nominală fuzibilul ajunge la o temperatură constantă, care nu-i provoacă deformația ; valoarea de topire reprezintă valoarea curentului la care fuzibilul se topește.

Pentru circuitele motoarelor asincrone în scurtcircuit ale utilajelor, fuzibilul nu se alege pentru valoarea curentului nominal al motorului (care este scrisă pe plăcuță). În cazul acestor motoare trebuie să se țină seama de faptul că la pornire motorul absoarbe un curent de 3—7 ori mai mare decît curentul nominal. Din această cauză siguranțele la motoare se aleg de obicei de două ori mai mari decît valoarea curentului nominal.

Pentru protecția motoarelor de curent continuu și a motoarelor asincrone cu inele colectoare a căror pornire se face cu ajutorul unui reostat, fuzibilul se alege pentru valoarea nominală a curentului.

În vederea obținerii unor condiții cît mai bune de întrerupere și pentru a se evita accidentele produse de împrăștierea metalului topit, firul fuzibil este închis într-un tub din material izolant, prevăzut la capete cu piesele metalice de contact, necesare racordării la circuitul protejat

Principalele calități ale siguranțelor fuzibile sînt : construcția foarte simplă și proprietatea de a întrerupe curenți mari de scurtcircuit într-un tin p foarte scurt, încă înainte ca aceștia să fi atins

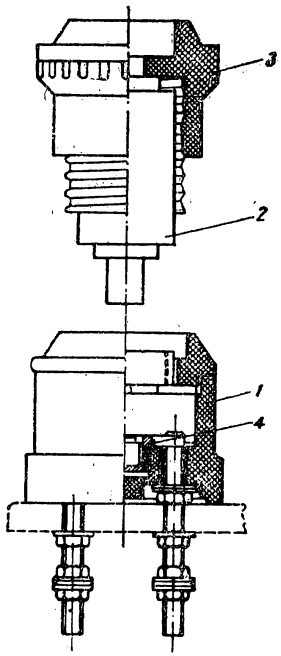


Fig. 3.48. Siguranță monopolară cu filet :
1 — soclu ; 2 — patron fuzibil ; 3 — capac filetat ; 4 — piesă de contact.

valoarea maximă posibilă (se realizează în acest fel limitarea curenților de scurtcircuit, care străbat instalația favorizînd astfel reducerea solicitărilor termice și dinamice la care este solicitată aceasta).

Trebuie ținut însă seama și de faptul că în exploatare siguranțele fuzibile prezintă și o serie de dezavantaje ca :

— arderea fuzibilului determină o întrerupere a alimentării cu energie electrică, care durează pînă la înlocuirea fuzibilului ars de către personalul de întreținere,

— timpul în care se produce topirea fuzibilului, cînd siguranța este parcursă de curenții de suprasarcină, variază în limite foarte largi fiind influențat de temperatura mediului înconjurător ; din aceste considerente, siguranțele fuzibile rămîn prin excelență aparate de protecție împotriva scurtcircuitelor ;

— siguranțele fuzibile nu pot fi reglate în exploatare în vederea obținerii unei anumite caracteristici de protecție.

Cele mai uzuale tipuri de siguranțe fuzibile folosite pentru protecția echipamentului electric din circuitele de forță și acționare ale utilajelor industriale sînt : tubulare, lamelare și din fibre. Dintre acestea un loc important îl ocupă siguranțele tubulare închise, cu stingerea în nisip denumite și siguranțe cu filet. Părțile componente ale siguranței (fig. 3.48) sînt : soclul, patronul fuzibil, capacul filetat și piesele de contact.

Lămpi de semnalizare. Pentru detectarea și localizarea anumitor defecte ce se produc în circuitele de alimentare și comandă ale utilajelor, în schemele de comandă ale acestora se prevăd o serie de lămpi de semnalizare, care arată situația în care se află utilajul în exploatare, de exemplu dacă acesta se află sub tensiune (lampa este aprinsă), sau dacă utilajul este defect, permițînd localizarea defectului, precum și cauza opririi din funcțiune a mașinii.

În practică lămpile de semnalizare se execută în mai multe variante constructive : lămpi normale, lămpi cu transformator, sau

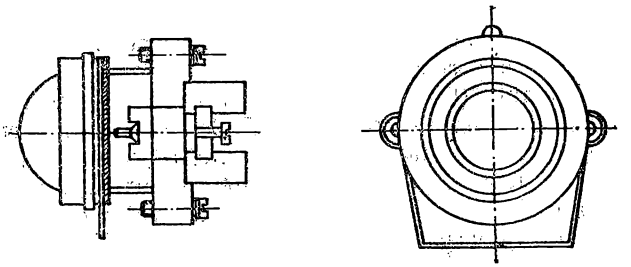


Fig. 3.49. Lampă de semnalizare normală.

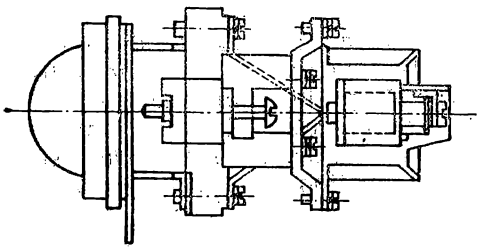


Fig. 3.50. Lampă de semnalizare cu transformator.

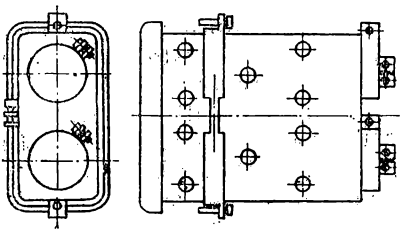


Fig. 3.51. Casetă de semnalizare.

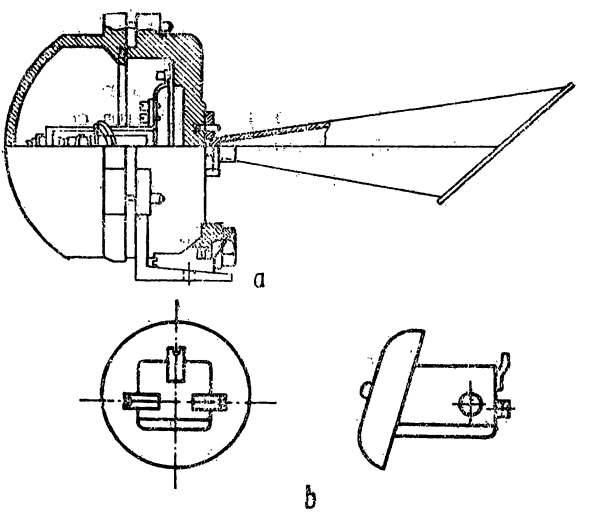


Fig. 3.52. *a* — Sirenă pentru semnalizare ; *b* — clopot pentru semnalizare.

casete de semnalizare. Ele pot fi cu unul sau două contacte de fund. Geamul protector al lămpilor de semnalizare poate fi clar, sau colorat (verde, galben sau roșu).

Lămpile normale (fig. 3.49) pot fi alimentate la tensiunea de 120—220 V sau la tensiune redusă 24 V. Se execută în forme rotunde sau pătrate și se pot monta pe panouri metalice sau izolante.

Pentru a asigura măsurile de tehnica securității muncii în exploatare și controlul echipamentului și instalațiilor electrice, în practică sînt utilizate pe scară largă lămpile de semnalizare prevăzute cu transformatoare de mică putere (fig. 3.50) care asigură alimentarea acestora la tensiunea de 24 V. Acest tip de lămpi pot fi alimentate și din rețete cu tensiune mai ridicată (80 sau 500 V). Se pot monta pe panouri metalice sau izolante.

Pentru supravegherea unor instalații cu grad ridicat de complexitate sînt utilizate casete de semnalizare (fig. 3.51) formate dintr-o cutie în care sînt montate mai multe lămpi de semnalizare.

Placa frontală a acestei casete este executată din sticlă mată pe care se inscripționează circuitul corespunzător unei lămpi din casetă, precum și indicația semnalizării (ca funcționare pompe de ungere, de răcire, mecanism de avans, de ridicare etc.).

Hupe, sirene și clopote (fig. 3.52 *a* și *b*) sînt utilizate pentru semnalizarea acustică a unor anumite tipuri de avarii ce pot surveni în exploatarea unor utilaje sau instalații cum sînt : instalații de ridicat (poduri rulante), compresoare, cuptoare industriale din atelierele de impregnare, vopsitorii (utilizate pentru polimerizarea pieselor impregnate sau vopsite) etc.

În unele cazuri aparatajul de protecție și semnalizare a utilajelor industriale se montează în batiul mașinii într-un cofret special amenajat, așa cum se vede în fig. 3.53, *a*.

Mașinile-unelte mari, presele etc. au aparatajul de comandă, semnalizare și acționare montat în dulapuri electrice special amenajate amplasate în apropierea utilajului (fig. 3.53, *b*).

Întreținerea și repararea aparatajului de protecție și semnalizare

Constituie una dintre cele mai importante operații în exploatarea instalațiilor sau aparatajului electric aferent utilajelor industriale.

Orice aparat de protecție și semnalizare poate fi reparat cu atît mai ușor, cu cît cauza defectării a fost constatată din timp. În mod normal însă nu trebuie să se ivească defecte sau deranjamente atîta

timp cît supravegherea și întreținerea aparatajului electric de protecție și semnalizare a fost făcută în bune condiții.

Defectele care pot apărea la aparatele de protecție și semnalizare pot fi grupate în funcție de tipul aparatului și de părțile componente ale acestuia. Aceste tipuri de aparate sînt supuse în exploatare unor deranjamente specifice cum sînt: uzura sau blocarea contactelor, declanșarea și anclașarea cu întîrziere, vibrații ale părții magnetice, străpungerea părților izolante, topirea fuzibilelor, arderea lămpilor de semnalizare etc.

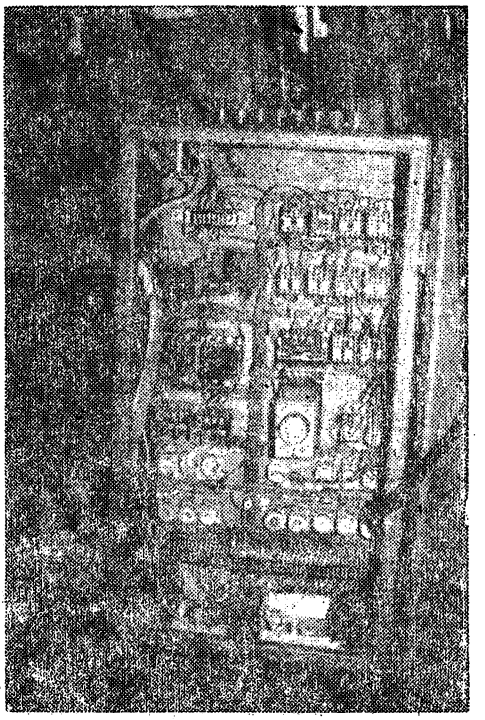


Fig. 3.53. Cofret special și dulap pentru montarea aparatajului pe mașini unelte.

Defectele de uzură sau blocare ale contactelor sînt în general favorizate de încălziri excesive determinate de arcul electric produs cu ocazia anclașării sau declanșării curenților mari, precum și de scăderea forței de apăsare pe contact a arcurilor.

Ruperea unui curent mare se poate solda cu sudarea sau chiar topirea contactelor de rupere.

De obicei, contactele aparatelor de protecție trebuie să asigure trecerea curentului o perioadă de timp îndelungată, fără ca pe ele să se formeze arcuri electrice. Pentru a permite funcționarea lor îndelungată, se recomandă ca aceste contacte să se confecționeze din argint.

Încălzirea excesivă a contactelor este determinată de:

— oxidarea suprafețelor de contact între piesa portcontact și bara de curent, dacă aceste suprafețe nu au fost bine cositorite, sau dacă șuruburile de fixare nu sînt bine strînse și nu sînt asigurate împotriva slăbirii în timpul funcționării,

— slăbirea arcurilor de apăsare pe contact, favorizînd prin aceasta scăderea forței de apăsare,

— slăbirea sau desfacerea contactelor de pe suporți,

— slăbirea legăturilor electrice dintre contacte și conductoarele de curent.

În cazul sudării contactelor, acestea se vor dezlipi cu ajutorul unei șurubelnițe sau dălți și se vor ajusta cu ajutorul unei pile fine suprafețele ambelor contacte pînă cînd dispar urmele sudurii, apoi se șlefuiește și se curăță cu o cîrpă muiată în solvenți (benzină, tiner, toluen etc.). Dacă prin ajustare grosimea contactului se reduce sub 1/3 din grosimea inițială, sau adîncimea craterului format la sudare este mare, ori contactul prezintă uzură pronunțată, se impune înlocuirea pieselor de contact cu altele noi.

Trebuie avut grijă ca la demontare toate piesele de strîngere și siguranță (șuruburi, piulițe, șaibe de siguranță) să fie păstrate în perfectă stare într-o cutie destinată acestui scop.

Contactele noi pot fi livrate ca piese de schimb de către întreprinderea producătoare sau pot fi executate din bară de cupru electrolitic sau argint. (În cazul cînd se execută din bară de cupru electrolitic se recomandă să fie cositorite).

O atenție deosebită se va acorda legăturii electrice dintre contactul de rupere și circuitul flexibil care aduce curentul, deoarece prin acest contact trec curenții foarte mari, pe care îi întrerupe aparatul. Suprafețele de contact ale acestora se vor cositori, se vor strînge perfect șuruburile de legătură și se vor asigura cu șaibe de siguranță împotriva deșurubării accidentale în timpul funcționării, apoi se va face reglajul forței de apăsare pe contact.

În exploatare, micșorarea forței de apăsare în contact, generată de uzura peste limitele admise a contactelor, de oboseala sau ruperea arcurilor, este defectul care se poate solda cu consecințe destul de grave pînă la scoaterea din funcțiune a aparatului. Prevenirea acestui defect se poate realiza prin executarea de revizii periodice și în special după fiecare declanșare de scurtcircuit sau suprasarcină, cu care ocazie se verifică starea contactelor, luîndu-se măsuri de remediere sau înlocuirea lor.

Arcurile de apăsare care prezintă stare de oboseală se recomandă pe cît posibil să fie înlocuite cu altele noi. Remedierea deranjamentului prin reglarea întinderii nu duce la rezultate satisfăcătoare. Dacă totuși se impune executarea unei reglări în anumite limite, aceasta se va face prin strîngerea piulițelor de reglare prevăzute în acest scop, însă trebuie urmărită periodic starea și forța de apăsare în contacte și în special în contactul de rupere.

În cazul căilor de curent rigide, defecțiunile provenite pot fi cauzate în general de slăbirea șuruburilor de strîngere și de oxidarea suprafețelor de contact. Remedierea acestor defecte se face prin curățirea suprafețelor în contact urmate de cositorirea sau argintarea lor și strîngerea șuruburilor de fixare slăbite.

De obicei, în practică cele mai frecvente defecțiuni se produc în cazul căilor de curent flexibile, deoarece acestea sînt utilizate pentru a face legătura între elementele fixe și cele mobile ale aparatelor, fiind supuse în timpul funcționării la solicitări alternative. Datorită solicitărilor alternative, lamelele sau firele din care sînt confecționate aceste căi de curent, după un anumit număr de manevre încep să se rupă.

Remedierea defectului se realizează prin înlocuirea legăturii flexibile cu alta confecționată din nou. Trebuie avut în vedere ca legătura flexibilă nouă să fie prevăzută la capete cu papuci confecționați din tablă de cupru și cositoriți. Contactul corespunzător între papuci și legătura flexibilă este asigurat prin lipire. În timpul lipirii se va urmări ca aliajul respectiv să nu pătrundă între lamele, deoarece face ca legătura flexibilă să devină rigidă în zona respectivă, favorizînd prin aceasta ruperea prematură a legăturii.

Cu ocazia montării legăturii flexibile se va urmări ca strîngerea șuruburilor de fixare să fie bine făcută și asigurată cu șaibe de siguranță pentru a preveni slăbirea sau desfacerea accidentală în timpul funcționării. Șuruburile și șaibele folosite trebuie să fie în mod obligatoriu protejate împotriva oxidării prin cadmiere sau zincare.

Transmiterea comenzilor și întreruperea circuitului de alimentare atunci cînd se produce creșterea tensiunii sau a valorii curentului se realizează cu ajutorul releelor termice, electromagnetice etc.

Pe lîngă defectele rezultate din cauza uzurii sau slăbirii contactelor, ori a căilor de curent menționate mai înainte, aceste tipuri de aparate sînt supuse unor deranjamente specifice cum sînt : declanșarea și anclașarea cu întîrziere, vibrații ale părții magnetice sau arderea și întreruperea elementelor bimetalice.

Defectele de anclașare sînt determinate de :

— întreruperea sau griparea favorizată de o ungere proastă, care se remediază prin îndepărtarea gripajului și asigurarea unei ungeri corespunzătoare,

— arderea bobinei releului determinată de trecerea prin bobină a unui curent mare în condițiile producerii unui scurtcircuit, care favorizează supraîncălziri locale excesive urmate de străpungerea izolației și scurtcircuitarea spirelor. Acest defect se poate depista ușor, datorită mirosului de arsură specific și după urmele lăsate la producerea arderii bobinei. Remedierea defectului se realizează prin

înlocuirea bobinei cu alta nouă, sau prin refacerea bobinei. La refacerea bobinei se va urmări ca secțiunea și numărul de spire să fie similar cu ale bobinei vechi. După refacere, bobina releului electromagnetic se va impregna cu lac de bachelită sau ALM pentru a i se asigura o protecție corespunzătoare în condițiile lucrului la căldură și umezeală,

— ruperea sau slăbirea arcului antagonist al miezului mobil. Prin specificul funcționării, arcul antagonist este supus în exploatare la forțe de întindere, din care cauză, atît în condițiile ruperii cît și ale slăbirii se impune înlocuirea lui cu altul nou din trusa de piese de schimb. În cazul cînd este necesară confecționarea arcului se va urmări ca dimensiunile și materialul să corespundă cu cele ale arcului înlocuit.

În ce privește vibrațiile electromagnetului, acestea se produc în curent alternativ unde intensitatea cîmpului este variabilă. Electromagneții de curent alternativ ca să nu se desprindă atunci cînd valoarea curentului trece prin zero, se construiesc cu un bobinaj suplimentar în scurtcircuit decalat față de bobinajul principal. Dacă spirele acestei bobine suplimentare sînt defecte se produc vibrații. Vibrații se mai produc și cînd suprafețele de prindere nu fac contact bun. Aceste deranjamente se remediază prin înlocuirea bobinei defecte și asigurarea unui perfect contact pentru suprafețele de prindere.

Releele termice bimetalice, practic, nu necesită întreținere specială, însă trebuie ferite de acțiunea umezelii, prafului sau a altor depuneri. Un rol important în funcționarea releelor termice cu bimetal îl are reglarea acestora, în funcție de sarcina motorului electric pentru acționarea utilajului.

Trebuie avut totuși în vedere că în exploatare, la releele termice bimetalice pot apărea o serie de defecte ca : arderea și întreruperea înfășurării încălzitoare, datorită trecerii unui curent prea mare, fărîmițarea sau străpungerea izolației dintre înfășurare (bobină) și bimetal, favorizînd scurtcircuitarea spirelor înfășurării, din care cauză se produce reducerea încălzirii.

Bimetalele directe se pot deteriora datorită încălzirii lor puternice la trecerea unui curent mult mai mare decît curentul nominal sau din cauza schimbării caracteristicii de funcționare a lamelei bimetalice, determinată de oxidarea acesteia, ceea ce are ca efect creșterea temperaturii în zonele de trecere a curentului spre alte piese.

În cazul arderii sau întreruperii înfășurării (bobinei) aceasta trebuie refăcută păstrîndu-se caracteristicile înfășurării inițiale în ce privește calitatea materialului, secțiunea și numărul de spire.

Deteriorarea izolației se remediază prin refacerea acesteia din materiale rezistente la temperaturi ridicate (mică, azbest etc.). Nu este permisă folosirea de materiale izolante cu rezistență mică la temperaturi, deoarece acestea se pot carboniza și aprinde scoțînd astfel releul din funcțiune.

În cazul distrugerii bimetalului din cauza încălzirii excesive, acesta va trebui înlocuit cu altul nou din trusa de rezervă avînd aceleași caracteristici constructive și de funcționare.

Dacă se constată oxidări se va demonta bimetalul, se va curăța și arginta capetele sale. În cazul în care nu există posibilitatea argintării lor se vor cositori, însă trebuie ținut seama de faptul că în anumite cazuri, temperatura bornei de legătură poate să depășească temperatura de topire a stratului de cositor. Totuși, în majoritatea cazurilor cositorirea este o măsură suficientă pentru a proteja bornele bimetalului împotriva oxidării.

După declanșarea determinată de suprasarcină sau de scăderea tensiunii, se impune verificarea stării și reglajului releelor termice.

Pentru protecția motoarelor, pe lîngă relee termice și electromagnetice, aparatele de protecție sînt prevăzute și cu relee sau declanșatoare de tensiune minimă, care asigură declanșarea aparatului de comandă în cazul cînd tensiunea scade sub o anumită limită din tensiunea nominală (de obicei sub 0,7 din tensiunea nominală).

În cazul aparatelor de comandă de tipul contactoarelor, ruptoarelor etc., rolul mecanismului de protecție la tensiune minimă îl îndeplinește chiar electromagnetul de acționare a aparatelor respective.

În ce privește defectele și cauzele producerii acestora sînt similare cu cele ale releelor electromagnetice. De asemenea, remedierile se fac respectîndu-se aceleași condiții.

În ceea ce privește siguranțele fuzibile, defectele constau în arderea fuzibilului atunci cînd apare o suprasarcină sau o supratensiune în rețea. Pentru înlăturarea defectului se recomandă fie folosirea de fuzibile calibrate care să aibă aceleași caracteristici cu fuzibilul defect, fie folosirea de patroane care au fuzibile cu aceleași caracteristici, asamblate de către uzina producătoare (acest din urmă sistem prezintă mai multă siguranță în exploatare). Se interzice scurtcircuitarea siguranțelor sau folosirea în locul fuzibilului a unei sîrme mai groase, deoarece acest lucru poate da naștere la avarii ale circuitului de alimentare, putînd favoriza în același timp și apariția unor incendii grave.

Defectele lămpilor de semnalizare constau în arderea lămpilor (becurilor) datorită producerii unui scurtcircuit, sau a apariției unei supratensiuni în circuit, oxidarea sau slăbirea legăturilor. Remedierea defectului constă în înlocuirea lămpilor arse cu altele noi avînd aceleași caracteristici, după ce în prealabil s-au înlăturat cauzele producerii scurtcircuitului. Se va verifica și curăța capetele legăturilor, iar pe cît posibil se vor cositori și asigura împotriva slăbirii accidentale.

În cazul sirenelor, claxoanelor sau hupelor, defectele și cauzele producerii acestora sînt similare cu cele ale mecanismelor cu electromagnet. În ce privește remedierile, acestea se fac respectîndu-se aceleași criterii de reparație ca în cazul mecanismelor cu electromagneți.

3.3.3. DISPOZITIVE DE LIMITARE

Conectarea și deconectarea mișcării elementului mobil al utilajului industrial se poate realiza prin cuplarea sau decuplarea circuitelor cinematice de acționare.

În acest scop în circuitele electrice de comandă ale utilajului industrial se folosesc limitatoare de cursă, care au rolul de a închide și deschide circuitul electric corespunzător în momentul în care un element mobil al mașinii a atins o anumită poziție (adeseori aceste aparate se mai numesc comutatoare de cursă sau întreruptoare de capăt de cursă).

Limitatoarele de cursă pot fi simple (acționează treptat pe măsură ce asupra lor se exercită acțiunea elementului mobil al mașinii) sau cu acțiune instantanee (intră în acțiune instantaneu, în momentul în care acțiunea exercitată asupra lor atinge o anumită valoare). Ambele tipuri de limitatoare pot fi cu autorevenire (revin în poziția inițială imediat ce acțiunea exercitată asupra lor a încetat) sau fără autorevenire (necesită o acționare specială pentru a reveni în poziția inițială).

În fig. 3.54 este reprezentată schema unui limitator cu autorevenire, prevăzut cu o pereche de contacte normal deschise și cu o pereche de contacte normal închise.

Într-o carcasă de fontă etanșată împotriva pătrunderii prafului și lichidelor se află placa de carbolit *12*, pe care sînt montate bornele fixe de contact *1*, *5*, *9* și *13*. Printr-o gaură practicată în această placă trece tija de carbolit *7*, pe care se află puntea metalică cu bornele de contact mobile *2*, *4*, *10* și *11* ; puntea *3*, se află sub acțiunea arcurilor *6*, *8* și *14*. Asupra tijei acționează un știft de oțel montat

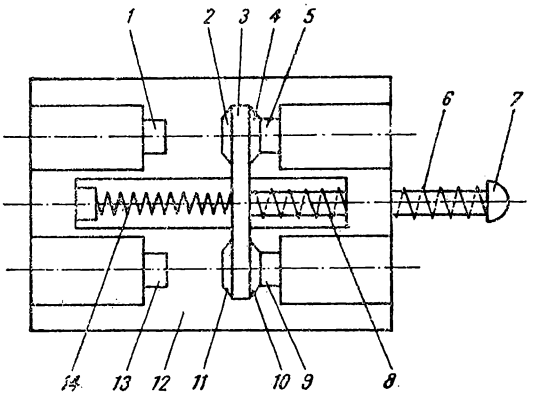


Fig. 3.54. Limitator de cursă cu autorevenire.

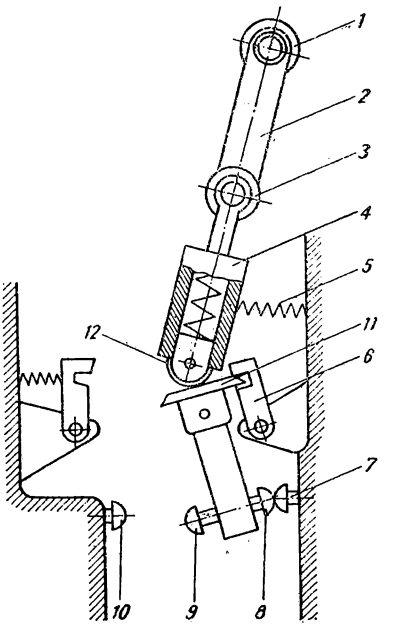


Fig. 3.55. Limitator de cursă cu acțiune instantanee.

în carcasa de fontă. Unul din capetele acestui știft iese în afara carcasei. Sub acțiunea arcului *6*, puntea *3* este menținută în poziția în care contactele *4* și *5* ; *9* și *10* sînt închise. Carcasa limitatorului este fixă. În momentul în care elementul mobil acționează asupra tijei 7, (prin intermediul știftului de oțel care trece prin carcasă) puntea este împinsă spre stînga și contactele *4* și *5* ; *9* și *10* se deschid, iar contactele *1* și *2* ; *13* și *11* se închid. După ce acțiunea exercitată asupra tijei *7* încetează, puntea revine în poziția inițială sub acțiunea arcului *6*.

Limitatoarele simple se folosesc în cazul cînd viteza elementelor mobile, care acționează asupra lor, depășește 0,4 m/min. În cazul unei viteze mai mici se produce o uzură pronunțată a bornelor de contact din cauza formării unor arcuri electrice cu acțiune îndelungată. În asemenea cazuri se preferă limitatoare cu acțiune instantanee.

În fig. 3.55 este reprezentată schema de principiu a unui limitator cu acțiune instantanee cu contactul normal închis (*7* și *8*).

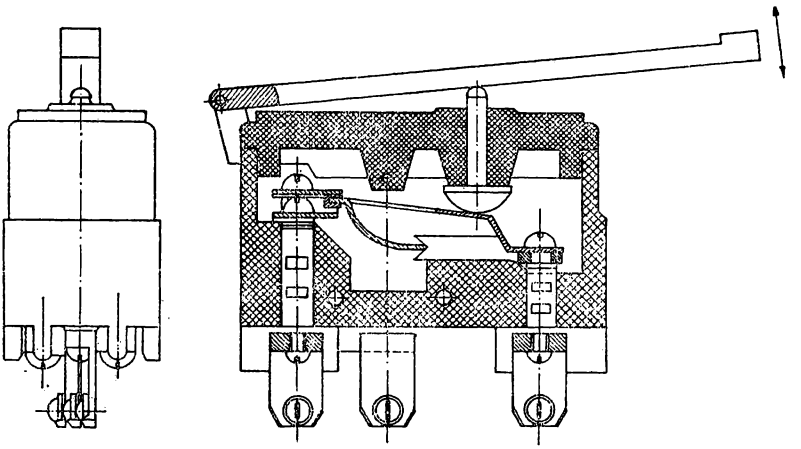


Fig. 3.56. Microlimitator.

În momentul în care elementul mobil al mașinii acționează asupra rolei *1*, pîrghia *2* se rotește în sens contrar acelor unui ceasornic, antrenînd după ea brațul *4*. Ca urmare, rola *12* retrage clichetul *6* și rotește placa *11*, în jurul axului ei, provocînd deschiderea contactului *7* și *8*, și închiderea contactului *9* și *10*. Legătura dintre pîrghia *2* și brațul *4* se realizează prin intermediul arcurilor spirale *3*. Acest fapt permite ca înclinarea pîrghiei să poată fi mai mare decît cea necesară. Readucerea limitatorului în poziția inițială, după ce acțiunea exercitată asupra rolei *1* încetează, este realizată de arcul *5*.

În cazul cînd se impune funcționarea limitatorului la o deplasare foarte mică a tijei și pentru o apăsarea foarte mică exercitată asupra ei, se folosesc limitatoare de cursă cu acțiune instantanee, cunoscute sub denumirea de microlimitatoare sau microîntreruptoare (fig. 3.56), care au o cursă a tijei cuprinsă între 0,5 și 0,7 mm.

Apăsarea necesară pentru intrarea lor în funcțiune, este de 0,5—0,7 daN. Microlimitatoarele se montează într-o carcasă de material plastic sau metalică și se caracterizează printr-o precizie mare de declanșare. Se folosesc pentru curenți pînă la 3 A și 380 V. Datorită folosirii unor arcuri speciale, în momentul apăsării pe contactul mobil al microlimitatorului, trecerea dintr-o poziție în cealaltă se face brusc, fapt ce-i asigură acțiunea instantanee a sistemului de contact.

Dacă elementul mobil a cărui poziție determină intrarea în funcțiune a limitatorului nu are o mișcare de translație, ci o mișcare de

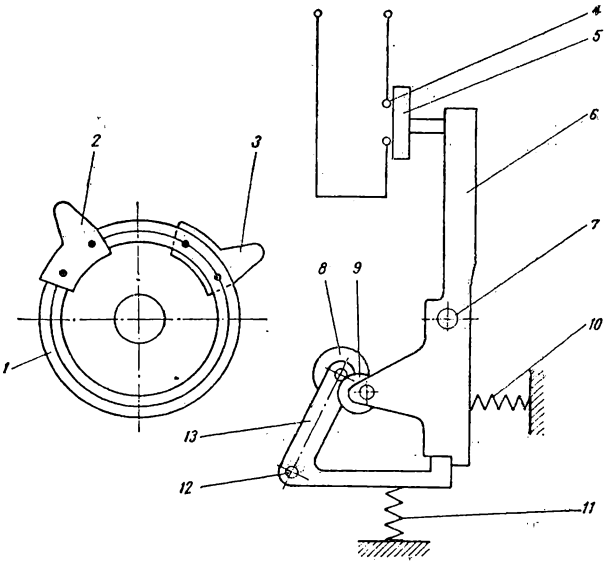


Fig. 3.57. Limitator de cursă rotitor.

rotație, construcția limitatorului este întrucîtva diferită. La unul din aceste limitatoare, pe axul cu mișcare de rotație a cărui poziție trebuie bine determinată, se fixează discul *1*, (fig. 3.57) prevăzut pe fața frontală cu un canal în T în care pot fi fixate în poziția necesară două came de impuls *2* și *3*. Contactul *4* este normal închis de puntea *5* a pîrghiei *6*. Pîrghia *6* este fixată în această poziție de clichetul *13*, menținut în poziția de sus de arcul *11*. În timpul rotirii discului *1*, cama *3* acționează asupra rolei *8* și rotește pîrghia *13*, în jurul axului *12*, deplasînd clichetul în jos. Sub acțiunea arcului *10*, pîrghia *6* se rotește în jurul axului *7* și puntea *5* retrăgîndu-se deschide contactul *4*. Limitatorul rămîne în această poziție pînă în momentul în care, datorită rotirii discului, cea de a doua camă *2* acționează roata *9*, fixată pe pîrghia *6* și rotește pîrghia în sens contrar acelor unui ceasornic. Contactul *4* se închide din nou. Arcul *11*, ridică clichetul *13* și fixează pîrghia *6* în această poziție.

În practică, limitatorul de cursă cu tambur se utilizează în condițiile de lucru grele, cînd pe traiectoria lor de deplasare există din abundență lichid de răcire, ulei sau așchii metalice, care favorizează deranjarea funcționării normale a limitatoarelor.

Folosirea limitatorului de cursă cu tambur se recomandă în special în condițiile necesității unei comenzi centralizate a utilajelor.

Pentru a asigura securitatea muncii la mașină și reducerea consumului de energie, se impune declanșarea motorului electric de antrenare de fiecare dată cînd elementul mobil al utilajului terminîndu-și ciclul revine în poziția inițială. Din acest punct de vedere un rol important în asigurarea preciziei de prelucrare a piesei îl are precizia de oprire a elementelor mobile ale mașinii-unelte cu ajutorul limitatoarelor de cursă, care deconectează motorul de antrenare al avansului mașinii la terminarea cursei de așchiere.

În practică, precizia de lucru a mașinii-unelte este influențată de următorii factori :

— construcția limitatorului de cursă,

— gradul de uzură al limitatorului,

— starea contactelor limitatorului,

— precizia de execuție a camei care acționează asupra limitatorului,

— precizia montajului (poziției) camei,

— durata de declanșare a aparatelor de comandă cu relee și contacte,

— lungimea cursei de lucru a sculei așchietoare,

— concordanța pozițiilor inițiale ale sculei așchietoare și limitatorului de cursă,

— rigiditatea sistemului, mașină-unealtă, dispozitiv, piesă, sculă,

— regimul de așchiere și natura materialului de prelucrat.

În exploatare pentru mărirea preciziei de oprire sînt folosite opritoare rigide care opresc organul de mișcare pe cale mecanică.

În fig. 3.58 este reprezentată schema unui sistem de oprire cu ajutorul opritoarelor de joasă tensiune și opritor rigid.

Organul mobil *1* al mașinii-unelte, în timpul lucrului, întîlnește opritorul rigid, fixat pe batiul mașinii prin intermediul unui material izolant suficient de dur (sticlotextolit, pertinax etc.). Acesta este capabil să suporte eforturile de șoc mari ale organului mobil *1*. În timpul atingerii de către elementul mobil *1*, se închide circuitul înfășurării secundare a transformatorului *3*, determinînd în acest caz acționarea releului intermediar *4*, a cărui bobină este conectată în acest circuit și realizează deconectarea motorului electric. Intrarea în circuitul electric a batiului mașinii impune asigurarea măsurilor de securitate împotriva electrocutării muncitorului ; aceasta se realizează prin reducerea tensiunii releului de alimentare, pînă la tensiunea de 24 V, cu ajutorul transformatorului *3*.

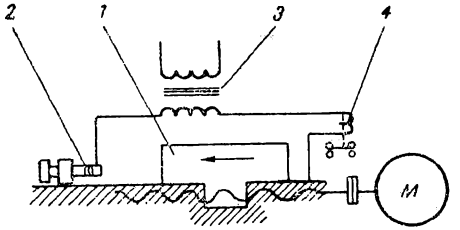


Fig. 3.58. Sistem de oprire cu ajutorul opritoarelor electrice de fază și opritor rigid.

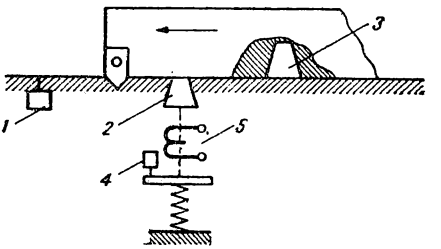


Fig. 3.59. Elemente de fixare cu electromagnet.

În cazul cînd se impune obținerea unor mișcări de potrivire foarte precise se folosește un element de frînare acționat de un electromagnet (fig. 3.59). Cînd mișcările de potrivire se fac cu viteze mari de acționare, pentru a evita zmulgerea electromagnetului de fixare, aceasta se realizează cu ajutorul limitatorului de cursă, care comută motorul electric de antrenare la o turație mai mică, permițînd astfel locașului *2* al mesei mașinii să ajungă la elementul de fixare *3*, iar limitatorul de cursă *4* să producă deconectarea motorului de antrenare de la rețea. De obicei, reducerea turației motoarelor electrice se poate obține în mod frecvent prin folosirea de motoare cu două trepte avînd rapoarte de 6 : 1.

În cazul instalațiilor de ridicat și transport (poduri rulante, transportoare aeriene sau la sol etc.) limitatoarele de cursă utilizate asigură : limitarea curselor mecanismelor de translație pe căile de rulare ale podului și căruciorului, limitarea cursei mecanismelor de ridicare sau limitarea sarcinilor de ridicare.

Limitarea se bazează pe întreruperea circuitului de alimentare al motorului pentru acționarea mecanismului respectiv. Întreruperea poate fi realizată atît direct, în cazul cînd contactele limitatoarelor sînt conectate în circuitele de acționare (forță), cît și indirect. În acest caz deschiderea contactelor limitatorului favorizează întreruperea circuitului bobinei unui contactor, care prin declanșarea sa întrerupe circuitul electric de forță al motorului de acționare. Limitatoarele de cursă utilizate la instalațiile de ridicat și transportat se pot grupa în : limitatoare cu revenire, limitatoare fără revenire și limitatoare cu ax filetat.

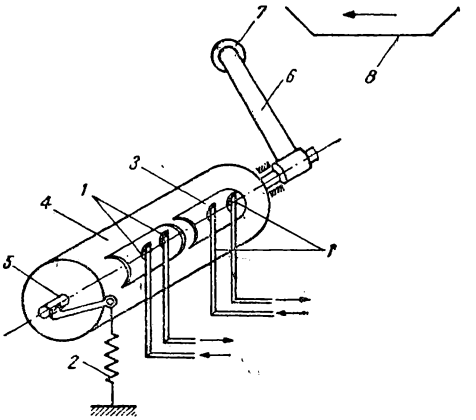


Fig. 3.60. Schema unui limitator cu revenire.

În fig. 3.60 este reprezentată schema unui limitator cu revenire utilizat pentru limitarea cursei mecanismului de translație a unei instalații de ridicat.

Acest tip de limitator are în componența sa un număr de două, trei sau mai multe perechi de contacte, care în poziția normală a limitatorului sînt închise sub acțiunea arcului *2* de către sectoarele de cupru *3*, fixate la rîndul lor pe tamburul izolator *4*. Axul *5* al acestui tambur este prevăzut la unul din capete cu pîrghia *6*, pe care se află montată rola *7*. Prin rotirea axului limitatorului de cursă solidar cu tamburul izolant *4*, din poziția sa normală, se obține deschiderea contactelor, determinînd întreruperea circuitului electric de alimentare al motorului și oprirea instalației de ridicat.

Rotirea axului se poate realiza sub acțiunea unei came *8*, profilată corespunzător și fixată de mecanismul mobil a cărui cursă se limitează (mecanism de translație, pod, cărucior etc.). Aducerea mecanismului în poziția normală de funcționare se realizează cu ajutorul arcului 2.

Limitarea cursei mecanismelor de ridicare ale instalațiilor de ridicat se realizează cu ajutorul limitatoarelor cu ax filetat (fig. 3.61). Axul filetat *6*, este rotit cu ajutorul unei transmisii cu roți dințate sau lanț, acționată de către mecanismul ale cărui curse sînt supuse limitării.

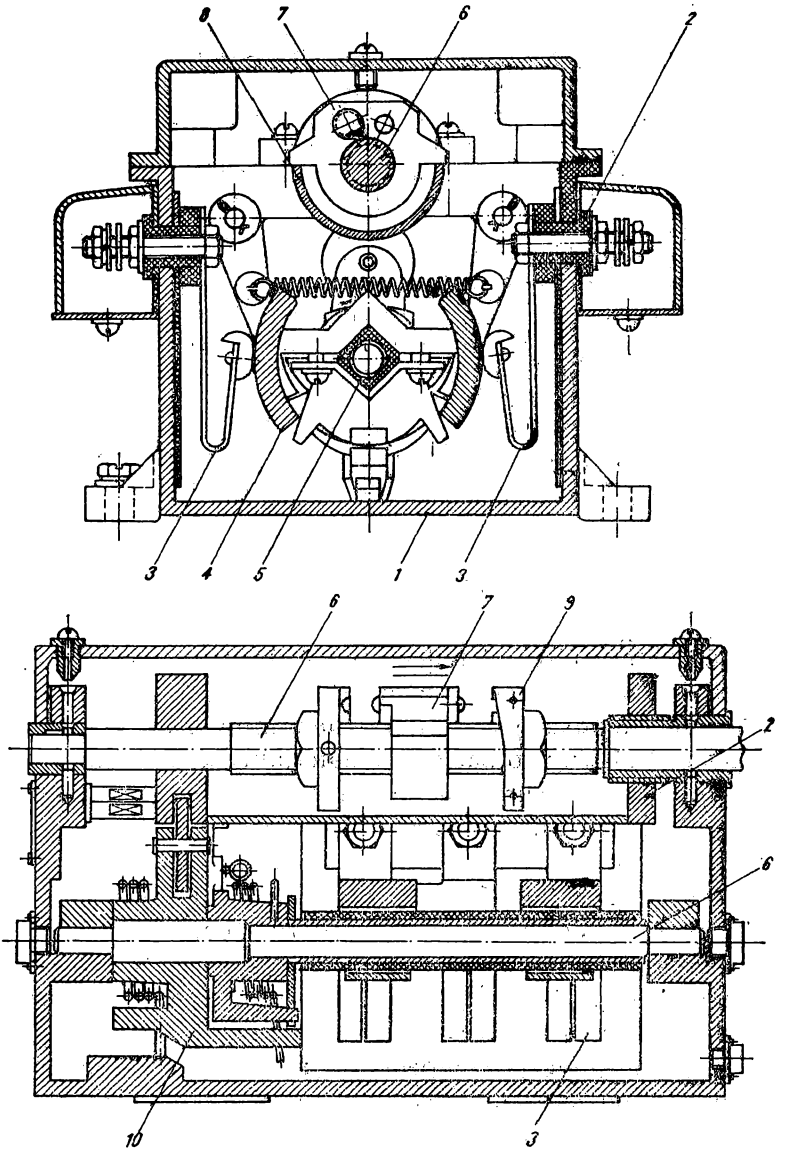


Fig. 3.61. Limitator de cursă cu ax de rotație.

Pe pereții casetei *1*, sînt montate prin intermediul pieselor izolante *2* contactele fixe *3*. Contactele mobile *4* sînt montate pe axul *5*, ale cărui lagăre sînt amplasate în pereții casetei *1*. Pe axul filetat *6* (forma dintr-un șurub melcat) este montată piulița *7*, care în timpul rotirii axului se deplasează în lungul acestuia fiind ghidată pe semibucșa *8*. La cele două capete ale axului filetat sînt montate alte două piulițe rigidizate pe acesta cu ajutorul contrapiulițelor *9*.

În momentul cînd piulița mobilă a venit în contact cu una din piulițele fixe se produce cuplarea acestor două piulițe. Continuarea rotirii axului face ca piulița ghidată pe semibucșă să fie blocată de piulița fixă pe ax, determinînd astfel rotirea semibucșei. Prin rotirea semibucșei se realizează deschiderea a două contacte și închiderea altor două. Acest joc de contacte este necesar pentru a se da posibilitatea executării unei comenzi de mișcare a mecanismului în sens opus, folosind același limitator de cursă.

Numărul de rotații pe care trebuie să le execute axul pentru a produce declanșarea poate fi reglat de la 2—23 în funcție de distanța la care sînt montate cele două piulițe blocate pe ax.

Întreținerea și repararea limitatoarelor de cursă

Constă în prevenirea și îndepărtarea uzurii acestora, care este favorizată de o serie de factori cum sînt :

Încălzirea excesivă a contactelor determinată de arcul electric, care topește și distruge o parte din materialul contactului. Acest tip de uzură depinde de curent și tensiune, de natura materialului de contact și duritatea lui (s-a constatat în practică că la o duritate a materialului cuprinsă între 30 și 90 HB, uzura contactelor este minimă), precum și de numărul de întreruperi (în practică, un limitator de cursă trebuie să asigure $(1—5)\cdot 10^6$ acționări).

Reducerea uzurii contactelor se realizează prin folosirea de suflaje magnetice care scurtează durata arcului electric (pentru limitatoarele de cursă care lucrează sub tensiunea de 150 V nu este necesar suflajul magnetic). Tot pentru a reduce uzura contactelor se dă acestora forme care le mărește rezistența la acțiunea de eroziune produsă de scîntei la întrerupere. În fig. 3.62 sînt reprezentate cîteva tipuri de contacte mai uzuale specifice limitatoarelor de cursă. Pentru a preveni deplasarea laterală a scînteii către pereții casetei, capul

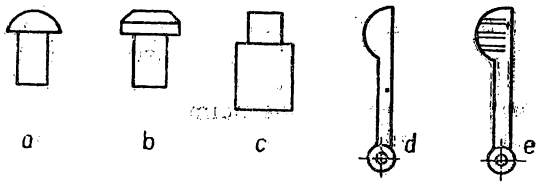


Fig. 3.62. Tipuri de contacte utilizate la limitatoarele de cursă.

contactului lat al limitatorului se creează în lung (fig. 3.62, *e*). Pentru contacte cap la cap se impune teşirea muchiilor interioare.

Pătrunderea prafului şi umezelii între suprafeţele în contact favorizează oxidarea acestora. Remedierea defectului constă în ajustarea, curăţirea şi cositorirea contactelor. În cazul contactelor de aluminiu, după curăţire acestea se vor proteja cu unsoare consistentă neutră. În exploatare, se recomandă ca periodic să se facă revizia contactelor, urmărindu-se îndepărtarea oxizilor sau urmelor de negreală apărute, îndepărtarea umezelii şi a impurităţilor pătrunse între suprafeţele de contact, menţinerea peliculei de protecţie, verificarea şi strîngerea contactelor slabe sau înlocuirea celor uzate. În cazul înlocuirii contactelor se impune ca materialul din care este executat contactul nou să fie similar cu cel prevăzut pe aparat. Nu sînt admise substituiri de materiale, deoarece aceasta poate duce la deteriorarea aparatului.

Slăbirea sau ruperea resoartelor, favorizează scăderea forţei de apăsare pe contact, din care cauză se produce perlarea sau sudarea contactelor. Defectul se înlătură prin demontarea aparatului, după care se curăţă piciorurile de metal topit cu ajutorul unei pile, fine, se şterg cu o cîrpă curată muiată în solvent (benzină, tiner, toluen etc.) şi se ung, iar în cazul resoartelor slăbite se recurge la strîngerea şi reglarea acestora ori la înlocuirea celor rupte.

În cazul căilor de curent, defectele care se produc sînt determinate, în general, de oxidarea capetelor conductoarelor în zona de contact cu bornele de legătură ale aparatului, sau slăbirea legăturilor. Remedierea defectelor constă în curăţirea cu atenţie a suprafeţelor respective şi pe cît posibil se vor cositori.

Legăturile slăbite se strîng şi se asigură cu şaibe de siguranţă împotriva slăbirii accidentale în timpul funcţionării.

Întreruperea şi anclaşarea cu întîrziere sînt deranjamente determinate de înţepenirea sau gripareа produsă în mecanismele limitatorului de cursă ca urmare a unei ungeri insuficiente, a pătrunderii prafului şi lichidelor de răcire între suprafeţele în frecare. Aceste

deranjamente pot apărea și ca urmare a slăbirii arcurilor, a uzurii tijei și știfturilor de oțel, care acționează asupra punții cu contact a limitatorului. Întreruperea cu întîrziere se remediază fie îndepărtînd gripajul prin ajustare cînd adîncimea și suprafața gripată este mică, fie prin metalizare (cuprare, cromare etc.), cînd adîncimea și suprafața gripată este mai mare, precum și asigurarea unei ungeri corespunzătoare a suprafețelor în contact în timpul lucrului, înlocuirea arcurilor, știfturilor și bucșelor uzate.

În cazul limitatoarelor cu ax filetat, pe lîngă defectele menționate mai sus, în exploatare trebuie avut în vedere și următoarele defecte specifice acestor aparate cum sînt :

— uzura filetului axului cauzată fie de o funcționare îndelungată (uzură normală), fie datorită unei blocări a arcului din cauza înțepenirii piuliței de ghidare. Înțepenirea piuliței de ghidare se poate produce datorită oxidării sau pătrunderii prafului și impurităților mecanice între suprafețele în contact ale piuliței și șurubului. În practică înțepenirea favorizează apariția ciupiturilor pe flancul filetului sau chiar smulgeri ale acestuia ;

— uzura roților dințate de transmisie, determinată de folosirea unui material necorespunzător pentru confecționarea lor sau aplicarea unui tratament termic necorespunzător. Ungerea defectuoasă sau pătrunderea de praf și așchii metalice între flancurile dinților provoacă pe suprafețele de contact ale acestora gripaje sau ciupituri ;

— uzura articulațiilor și cuzineților lagărelor mecanismului, favorizată fie de o ungere defectuoasă, fie de producerea unor dereglări în funcționare ;

— defectarea mecanismului de sacadare, determinată de uzura pieselor în mișcare, de slăbirea sau ruperea arcului de sacadare, precum și de blocarea în timpul funcționării a mecanismului. Blocarea mecanismului se poate datora slăbirii șuruburilor de fixare sau a uzurii avansate a camelor de sacadare.

Pentru a preîntîmpina apariția unei uzuri premature sau scoaterea accidentală din funcțiune a aparatului, în cazul constatării uneia din simptomele menționate, se impune luarea următoarelor măsuri :

În cazul axului filetat prevenirea uzurii se realizează prin înlăturarea pătrunderii prafului și umezelii în caseta aparatului, curățirea și asigurarea unei ungeri corespunzătoare. Dacă se constată blocarea axului, acesta se demontează și se curăță filetul sau se rectifică, executîndu-se o nouă piuliță de ghidare. Apariția ciupiturilor sau a zmulgerilor de filet impune înlocuirea axului cu altul nou executat din același material.

Uzura roților dințate produce în timpul funcționării un zgomot specific determinat de jocurile mari dintre dinții acestora și funcționarea defectuoasă a aparatului. Remedierea se face prin ajustarea dinților cu o pilă fină, curățirea și ungerea cu unsoare consistentă. Dacă zgomotul continuă sau dacă uzura este prea pronunțată (ciupituri, gripaje ori ruperi de dinți), roțile dințate se înlocuiesc cu altele noi.

În cazul uzurii avansate a articulațiilor se impune demontarea limitatorului, rectificarea axelor și alezarea găurilor uzate în care se introduc bucșe de bronz sau alamă, executate după noile diametre ale axelor.

Defectarea mecanismului de sacadare al limitatorului poate fi prevenită prin ungerea periodică cu unsoare consistentă și remedierea deranjamentului în cazul producerii acestuia.

În practică, repararea mecanismului este posibilă numai dacă defectul s-a produs la arcul de sacadare. În acest caz se demontează capacul casetei limitatorului, se scoate arcul defect și se înlocuiește cu altul nou similar cu cel existent, după care se execută și reglarea mecanismului avînd în vedere ca manevrarea contactelor să se facă numai după armarea arcului și fără a manifesta simptome de agățare sau înțepenire.

În exploatarea limitatoarelor, trebuie acordată o atenție deosebită asigurării etanșării casetei limitatorului de cursă pentru a împiedica pătrunderea prafului și lichidelor de răcire folosite în timpul procesului de așchiere pe mașinile-unelte.

Acestea provoacă, așa cum s-a văzut mai sus, cele mai numeroase deranjamente ale limitatoarelor de cursă în timpul lucrului.

3.3.4. CUPLAJE ȘI FRÎNE ELECTROMAGNETICE

Pentru cuplarea continuă sau temporară a două axe (coaxiale sau în unghi) în vederea transmiterii mișcărilor necesare lanțului cinematic al mașinilor, în construcțiile de utilaje industriale se folosesc cu un randament foarte bun cuplajele și frînele electromagnetice.

Din punct de vedere constructiv cuplajele electromagnetice utilizate în lanțurile cinematice ale mașinilor-unelte pot fi normale (cu dinți, cu lamele și cu fricțiune), electromagnetice, prin inducție și magnetodielectrice.

Cuplajele electromagnetice sînt caracterizate în special prin aceea că se pot comanda de la distanță într-un timp relativ scurt (0,05—0,25 s), pot transmite momente de răsucire diferite dacă valoarea

curentului din bobină se schimbă corespunzător, au o cuplare și decuplare liniștită fără șocuri sau zgomot, sînt capabile să protejeze mecanismele împotriva suprasarcinilor, deoarece suportă un timp foarte scurt lunecarea la depășirea sarcinii, sînt simple din punct de vedere constructiv și au un consum mic de energie, permit un număr mare de cuplări și decuplări succesive, precum și inversarea sensului de rotație cu ușurință și o durată mare în exploatare.

Toate aceste caracteristici au făcut ca în construcția mașinilor-unelte moderne, cuplajele electromagnetice să aibă o largă utilizare.

În funcție de tipul constructiv cuplajele electromagnetice prezintă și o serie de dezavantaje, fapt ce face ca în practică unele tipuri să fie utilizate mai frecvent decît altele. Astfel, în cazul cuplajelor electromagnetice cu discuri de fricțiune, dezavantajul constă în aceea că discurile de fricțiune nu decuplează imediat după întreruperea curentului din cauza magnetismului remanent. Cuplajele cu inducție au o stabilitate redusă din punct de vedere al caracteristicilor mecanice în condițiile variației de temperaturi și umidități, sau datorită variației rezistivității materialului indusului și al măririi întrefierului, pierderi mari în condițiile lucrului de durată mare, gabaritului și greutății mari, recepționării cu întîrziere a comenzii și necesită regulatoare automate de turație din cauza variației turației cu sarcina. În cazul ambreiajelor cu pulbere, dificultățile în ce privește etanșeitatea și gabaritele mari sînt principalele dezavantaje din care cauză aceste tipuri de cuplaje au o utilizare mai redusă în construcția mașinilor-unelte față de cuplajele cu fricțiune.

În general, toate tipurile de ambreiaje electromagnetice utilizate în lanțul cinematic de acționare al utilajelor industriale lucrează în curent continuu a cărui tensiune ajunge pînă la 110 V. În scopul măririi securității în ce privește deservirea mașinii-unelte, se recomandă alimentarea ambreiajelor cu un curent a cărui tensiune să nu depășească 36 V ; pentru redresarea curentului alternativ se folosesc redresoare, de obicei cu seleniu pentru ambele alternanțe avînd puterea pînă la 0,5 kW.

În continuare se vor da principalele tipuri de ambreiaje electromagnetice folosite pentru realizarea comenzilor automate ale mașinilor-unelte.

Ambreiajele cu fricțiune sînt caracterizate prin aceea că apăsarea suprafețelor de fricțiune se realizează prin atracția magnetică a discurilor de fricțiune. Din punct de vedere constructiv acest tip de ambreiaj este realizat într-o singură gamă foarte variată. Această varietate constructivă de ambreiaje este determinată de diversitatea tipurilor de mașini-unelte și de particularitățile constructive ale acestora.

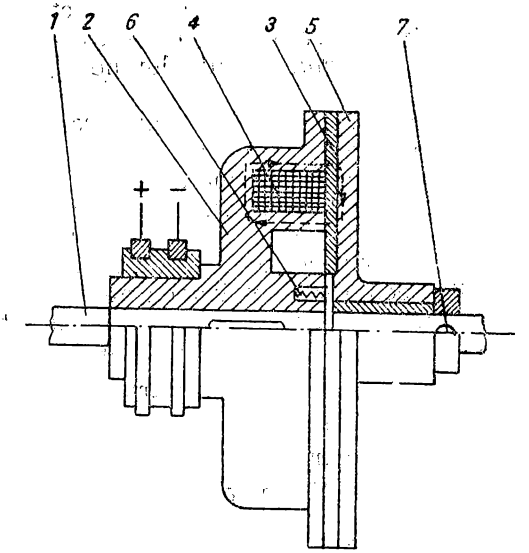


Fig. 3.63. Ambreiaj monodisc.

Indiferent de forma lor constructivă, ambreiajele cu fricțiune sînt cu un singur disc de fricțiune (monodisc) sau cu discuri multiple de fricțiune (ambreiaje cu lamele).

La ambreiajele monodisc (fig. 3.63) corpul 2 al electromagnetului este fixat rigid pe arborele conducător *1*, iar armătura *5* este fixată prin intermediul unei pene alunecătoare pe arborele 7. Între corpul electromagnetului și armătură se află discul de fricțiune *3*. În corpul ambreiajului este plasată bobina *4*. Dacă această bobină este străbătută de curent, în corpul ambreiajului apare un cîmp magnetic, care trece prin discul de fricțiune și se închide în armătură. Armătura este atrasă spre corp și mișcarea arborelui conducător *1* se transmite prin corp și prin armătură la arborele condus 7. La întreruperea curentului, arcul *6* respinge armătura și mișcarea arborelui condus încetează.

Procesul de cuplare al dispozitivului de acționare prevăzut cu ambreiaje electromagnetice se compune din trei perioade. Prima perioadă începe cu momentul conectării bobinei. Fluxul magnetic crește și armătura începe să se miște deplasîndu-se spre corpul ambreiajului. Prima perioadă ia sfîrșit în momentul în care suprafețele de frecare vin în contact.

A doua perioadă are loc în momentul contactului pînă în momentul încetării patinării suprafețelor în frecare, adică pînă în momentul în care turația arborelui condus devine egală cu turația arborelui conducător.

Cea de a treia perioadă constă în accelerarea mecanismului de acționare pînă la regimul de lucru normal.

În mecanismele de comandă automată durata pornirii are importanță deosebită, iar această durată este determinată de durata celor trei perioade menționate mai sus.

Durata celei de a treia perioade este determinată de regimurile de lucru ale mașinii precum și de mărimea maselor din lanțul cinematic ce trebuie accelerat. În mod curent durata intrării în funcțiune a ambreiajului depinde de masa elementelor sale mobile, respectiv de masa armăturii. În practică, pentru a micșora masa armăturii, aceasta se fixează uneori pe o membrană. În cazul cînd prin bobină trece un curent electric, armătura este atrasă spre corpul ambreiajului, deformînd elastic membrana. La întreruperea curentului, armătura se desprinde de corpul electromagnetului datorită elasticității membranei. În general, durata cuplării ambreiajelor monodisc este cuprinsă între 0,008 și 0,05 secunde, iar durata decuplării este de obicei mai mare cu 20—50%, datorită faptului că retragerea armăturii este întîrziată de magnetismul remanent. Pentru a micșora influența magnetismului remanent, ambreiajul este construit în așa fel încît între polii electromagnetului și armătura în stare atrasă să rămînă un întrefier care să ducă la micșorarea magnetismului remanent. Micșorarea influenței magnetismului remanent se poate obține, de asemenea, prin folosirea unei înfășurări de demagnetizare conectată în circuitul ambreiajului.

Datorită funcționării în stare uscată, ambreiajele au uzură mare (accentuată) într-un timp relativ scurt, din care cauză se impune o reglare frecventă a jocului în timpul lucrului. Pentru a preveni pătrunderea uleiului între suprafețele în frecare ale ambreiajului monodisc se impune montarea lor în locuri în care nu poate pătrunde uleiul.

Ambreiajele monodisc transmit cupluri relativ mici, din care cauză sînt montate în lanțul cinematic al mașinilor-unelte, care necesită cupluri mici de pornire (de exemplu, mașini de rabotat, sau de frezat mici etc.).

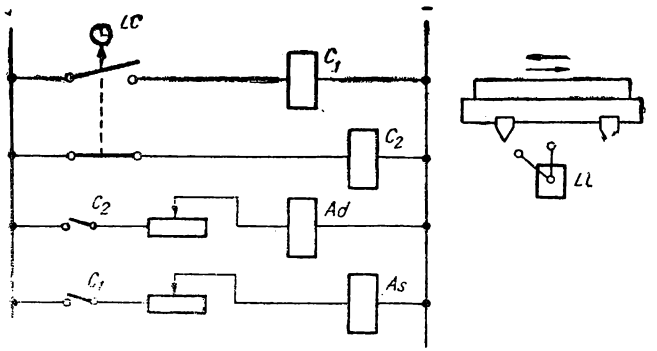


Fig. 3.64. Schema electrică de funcționare a mesei unei mașini de rabotat.

În fig. 3.64 este reprezentată schema electrică de funcționare a mesei unei mașini de rabotat echipată cu două ambreiaje monodisc. Contactoarele C_1 și C_2 conectează ambreiajele *Ad* pentru cursa spre dreapta și respectiv *As* pentru cursa spre stînga. Ele sînt comandate de limitatorul de cursă *Lc*, care în timpul lucrului are două părți fixe. Masa mașinii este prevăzută cu două opritoare camă, care acționează asupra limitatorului *Lc* cînd a ajuns la capetele cursei. Cînd limitatorul *Lc* este în poziția indicată în schemă se cuplează contactorul C_1 care conectează ambreiajul *Ad*, dînd posibilitatea mesei să se deplaseze spre dreapta. Astfel contactul *Lc* din circuitele bobinei contactorului C_1 se deschide, iar contactul *Lc* din circuitul bobinei contactorului C_2 se închide. În această situație, contactorul C_2 se cuplează și conectează ambreiajul *As* dînd posibilitatea mesei mașinii să se deplaseze spre stînga. La capătul acestei curse intervine al doilea opritor al mesei readucînd astfel limitatorul *Lc* în poziția inițială și astfel cursa începe din nou. Lungimea cursei mesei se poate regla prin fixarea opritoarelor în poziția dorită pe masa mașinii.

Ambreiajele cu lamele (cu discuri multiple), spre deosebire de cele monodisc, au mai multe suprafețe în frecare, iar dimensiunile axiale și diametrele lor sînt relativ mici, putînd transmite cupluri suficient de mari. În condițiile măririi numărului de lamele, frecarea devine atît de mare încît aceste ambreiaje trebuie să lucreze în condiții de ungere abundentă mărindu-le astfel durata de funcționare. Acest lucru impune montarea ambreiajelor electromagnetice în cutiile de viteze și de avans ale mașinilor-unelte.

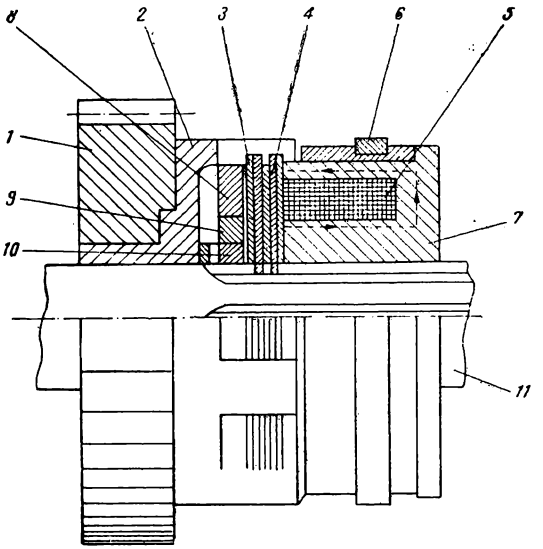


Fig. 3.65 Ambreiaj cu lamele.

La ambreiajul cu lamele (fig. 3.65) corpul *7* este montat pe axul canelat *11*. În degajarea inelară a corpului se află bobina *5*. Pe acelaşi ax *11*, este montată armătura compusă din două inele concentrice *8* şi *9*, care se pot deplasa unul faţă de celălalt în direcţie axială cu o distanţă mică. Pentru ca fluxul magnetic să nu se închidă prin axul *11*, în interiorul armăturii este presată bucşa din material nemagnetic *10* (bronz sau alamă etc.). Între corpul ambreiajului şi armătură sînt dispuse lamelele de fricţiune *3* şi *4*. Lamelele *3* sînt solidarizate cu axul *11*, iar lamelele *4* intră cu dinţii lor în canalele bucşei montată liber pe axul *11*. Bobina este alimentată în curent continuu la o tensiune pînă la 36 V prin inelul colector *6*. Atît timp cît bobina este deconectată, lamelele *3* şi *4* nu freacă între ele şi mişcarea de rotaţie a axului *11* nu se transmite la bucşa *2* şi la roata dinţată *1* fixată pe bucşă. În momentul conectării curentului, în corpul ambreiajului apare un cîmp magnetic, care trece prin lamelele de fricţiune şi se închide prin armătură. Armătura este atrasă de corp presînd lamelele şi solidarizînd astfel bucşa *2* cu axul. Lamelele ambreiajelor electromagnetice au o formă specială care asigură un contact bun al suprafeţelor în frecare şi evită deformarea lor în urma încălzirii (fig. 3.66).

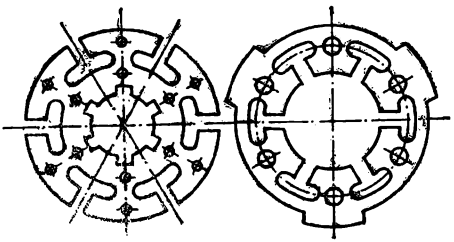


Fig. 3.66. Tipuri de lamele pentru ambreiaje electromagnetice.

Într-o serie de cazuri este necesară folosirea unor ambreiaje bilaterale cum este cazul mecanismelor de inversare (reversibile).

Construcția acestor ambreiaje este similară cu cea prezentată mai sus, diferind de acestea numai prin faptul că lamelele sînt dispuse pe ambele părți ale armăturii, care se pot deplasa în două sensuri (fig. 3.67). La conectarea bobinei *3* a ambreiajului din dreapta, la o tensiune continuă de 12 sau 24 V, în jurul acestei bobine apare un flux magnetic, care se închide prin lamelele de oțel *5* și *6* și prin armătura *7* și *8*, așa cum se arată în fig. 3.67 prin linii întrerupte. În acest caz, armătura compusă din două inele concentrice de oțel (pentru a se realiza un contact mai bun) este atrasă spre miezul *4*

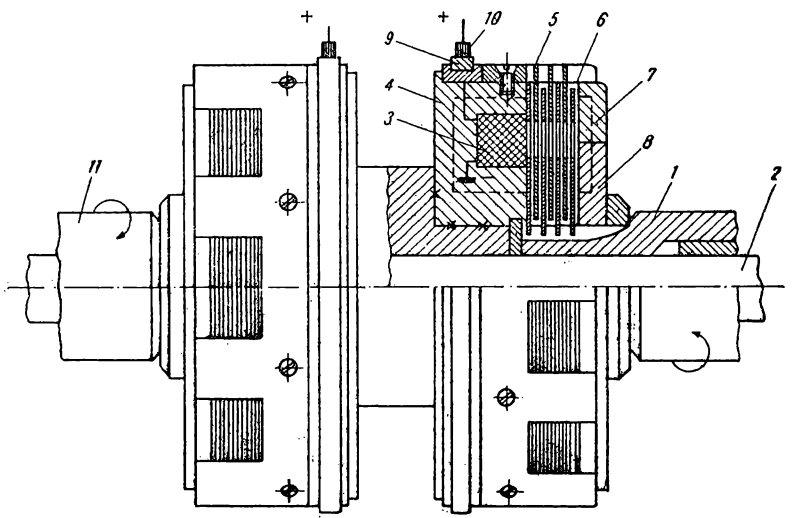


Fig. 3.67. Mecanism de inversare compus din două ambreiaje electromagnetice cu lamele.

al ambreiajului și presează lamelele. Lamelele conducătoare *6*, legate printr-o îmbinare cu caneluri cu bucșa *1*, montată liber pe axul *2*, sînt în acest caz presate pe lamelele conduse *5*, cuplate mecanic cu miezul *4* al ambreiajului. La rîndul său, miezul este fixat pe arborele *2*. Bucșa este cuplată (prin intermediul unui angrenaj sau al unei transmisii prin curea) cu arborele motorului electric de antrenare. În momentul apăsării lamelelor, arborele condus *2* începe să se rotească în sensul în care se rotește bucșa *1*.

Ambreiajul este alimentat prin intermediul unui colector *9* pe care alunecă peria *10*.

Cel de al doilea capăt al bobinei este legat direct la corpul ambreiajului. Acest sistem de alimentare cu curent poate fi realizat datorită folosirii unei tensiuni joase (pînă la 24 V), la care unul din polii sursei de curent continuu este legat de batiul mașinii.

Ambreiajul din stînga funcționează analog cu cel din dreapta.

În fig. 3.68 este reprezentat un ambreiaj de construcție modernă fără inele colectoare, servind pentru cuplarea unui arbore cu o roată dințată.

Părțile principale ale ambreiajului sînt: corpul *5* al bobinei de formă inelară, bucșa de antrenare *7*, armătura *9* cu inelul *2*, pachetul de lamele de fricțiune, compus din lamelele exterioare *10* și lamelele interioare *3*, bucșa *1*, pe care se află lamelele interioare. Corpul *5* este montat prin intermediul rulmenților cu bile *6*, pe bucșa de antrenare și nu se poate deplasa în direcție axială. Armătura *9* este prevăzută cu o serie de canale pe periferie, în care sînt ghidate lamelele exterioare *10*. La capătul armăturii este fixat inelul de apăsare *2*. Distanțele mari dintre canale asigură trecerea liberă la lamele, a curentului de aer sau de lichid de răcire. Lamelele interioare *3* sînt montate pe carcasa dințată a bucșei de antrenare *1*. Ele sînt executate din materiale cu rezistență mare la uzură, fapt ce le permite să suporte presiuni specifice mari pe suprafețele în frecare. De aceea, cu toate că au dimensiuni mici, aceste ambreiaje pot transmite cupluri mari și pot lucra la turații mari.

Deoarece corpul bobinei este fix (rotirea sa trebuie împiedicată), numărul de piese supuse uzurii este mai mic decît la ambreiajele cu inele colectoare. Afară de aceasta, pericolul deteriorării contactelor este exclus.

La conectarea curentului apare un flux magnetic (reprezentat pe figură prin linie punctată). Armătura *9*, este atrasă de electromagnetul inelar (corpul *5*), pachetul cu lamele *10* și *3* este strîns între inelul de apăsare *2* și inelul de reazem *4*, realizîndu-se astfel solidarizarea bucșelor *1* și *7*. După deconectarea curentului, arcurile *8* readuc armătura în poziția inițială. Numărul mic de perechi de

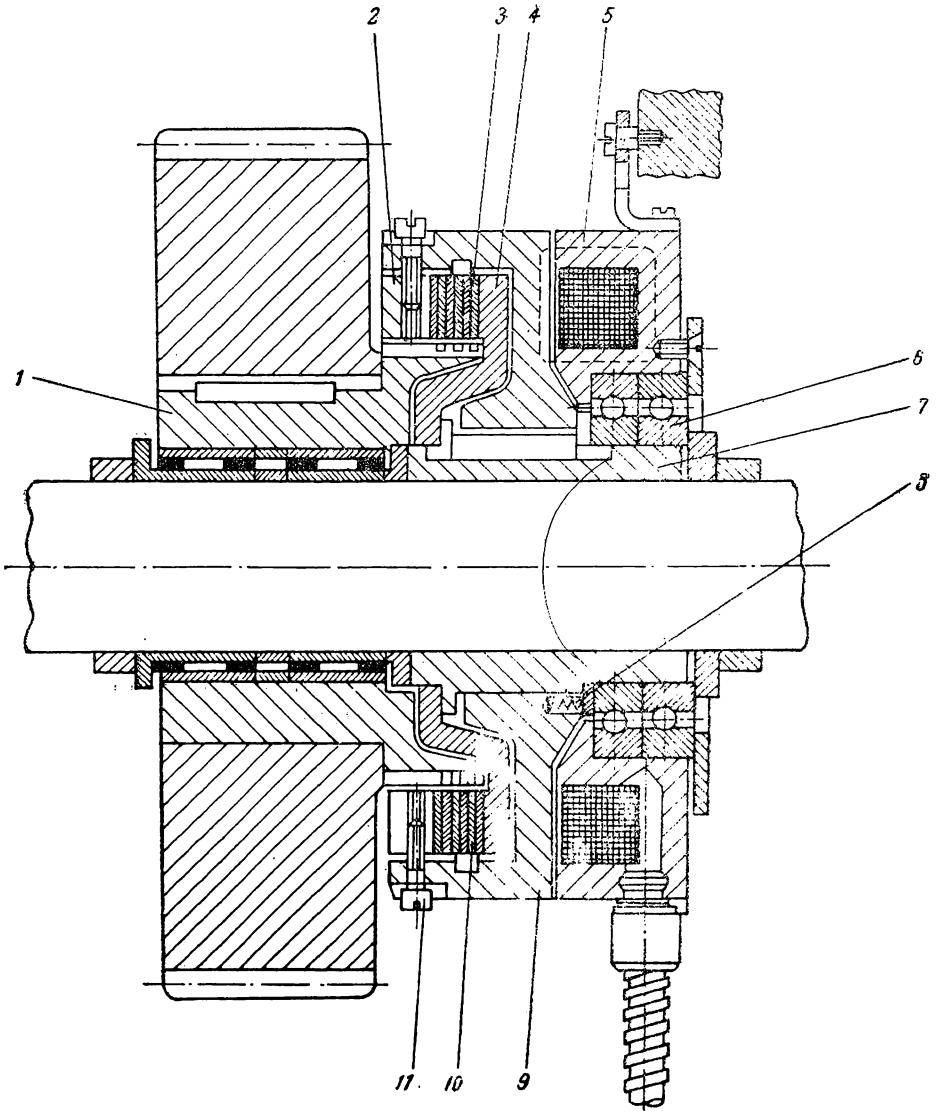


Fig. 3.68. Ambreiaj fără inele colectoare.

lamele (între 3 și 5) asigură o cuplare rapidă și precisă, permițînd de asemenea ca în stare decuplată să existe un mic întrefier între armătură și corpul bobinei. Întrefierul se păstrează și după cuplare, ceea ce garantează decuplarea rapidă, deoarece nu apare întîrzierea provocată de magnetismul remanent. Arcurile accelerează decuplarea.

Dacă discurile se uzează, ambreiajul poate fi reglat. În acest scop se slăbesc șuruburile *11* și se rotește inelul de apăsare *2* cu o diviziune spre dreapta, datorită cărui fapt distanța dintre acest inel și inelul de reazem *4* scade cu aproximativ 0,2 mm.

Cuplajele electromagnetice cu gheare și cu dinți sînt caracterizate prin aceea că pot transmite sau prelua eforturi mecanice mari. Aceste tipuri de cuplaje sînt prevăzute cu electromagneți a căror forță de atracție este capabilă să învingă frecarea semicuplei mobile pe arbore, precum și forța arcului acesteia în poziția decuplat.

În fig. 3.69 este reprezentat un cuplaj electromagnetic cu gheare, format din semicuplă fixă *1*, montată pe axul conducător *2* și semicupla mobilă *3*, montată pe axul condus *4*, avînd în același timp posibilitatea de a se deplasa axial în lungul penei *5*, de pe axul *6* ; ea este acționată de pîrghiile *7* și *8* ale electromagnetului *9*, punînd astfel axul condus în mișcare.

La aceste tipuri de cuplaje transmiterea cuplului este resimțită de electromagnet, spre deosebire de cuplajele cu fricțiune, unde chiar în situația cînd cuplajul intră în alunecare, nu apar forțe axiale. Cuplajele cu gheare prezintă avantajul că au un gabarit mic și pot transmite forțe de cuplare mari. Dezavantajul lor constă în faptul că nu pot fi cuplate în mișcare, deoarece dantura lor se poate distruge, cuplarea făcîndu-se în stare de repaus sau la turație mică. Decuplarea se face însă și sub sarcină.

În fig. 3.70 este reprezentat un cuplaj cu dinți la care suprafața frontală a electromagnetului *1* și a armăturii *2* sînt danturate frontal avînd orientarea dinților în sens radial. Fixarea electromagnetului *1* poate fi făcută pe arbore, sau poate fi fixat frontal pe roată. Atît electromagnetul *1*, cît și armătura *2*, pot servi ca arbore de antrenare. În vederea asigurării unei poziții corespunzătoare și sigure a armăturii *2* în stare decuplată, șuruburile *3* sînt prevăzute cu arcurile *4*, care au rolul de a ține depărtată armătura de electromagnet.

Cînd se produce excitarea electromagnetului armătura este atrasă și danturile frontale ale acestora se îmbină realizîndu-se astfel cuplarea.

În practică se recurge la separarea de armătură și electromagnet a danturii, folosindu-se un cuplaj cu dantură separată. Acest tip de

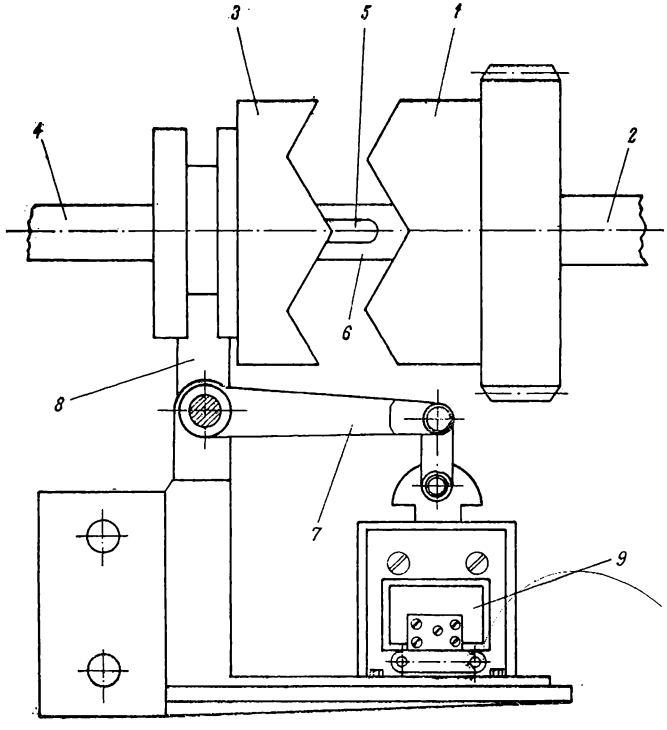


Fig. 3.69. Cuplaj electromagnetic cu gheare.

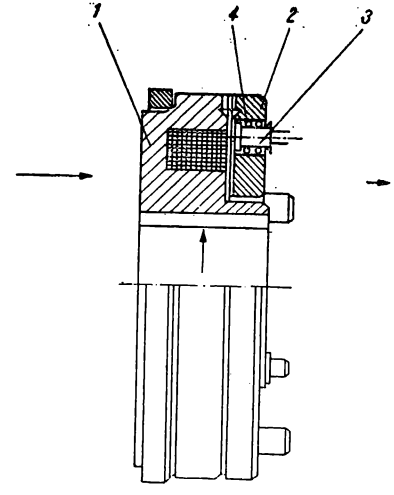


Fig. 3.70. Cuplaj cu dinți

cuplaj prezintă avantajul că fluxul magnetic nu mai străbate dantura, putînd fi astfel evitate fenomenele de lipire, care au o influență negativă asupra vitezei de cuplare și decuplare.

Ca și în cazul cuplajelor cu gheare, cuplajele cu dinți nu pot fi cuplate la turații mari, cuplarea realizîndu-se numai în repaus sau cînd există o diferență foarte mică între turațiile arborilor conducător și condus. Cuplajele cu dinți permit ca și cuplajele cu gheare o decuplare sub sarcină indiferent de sensul de rotație, cu condiția însă ca la flancurile dinților să aibă înclinațiile ambelor flancuri egale. În comparație cu cuplajele cu fricțiune, cuplajele cu dinți au timpii de cuplare și de decuplare mai reduși (cu circa 20—50%).

Pentru protecția împotriva suprasarcinilor organelor în mișcare ale mașinilor unelte se utilizează în mod frecvent sisteme cu cuplaje bazate pe magneți permanenți (fig. 3.71).

Cuplajele cu magneți permanenți prezintă avantajul că nu sînt influențate de variația curentului din bobină și asigură transmiterea unor eforturi constante.

Pe un principiu diferit de cel al ambreiajelor electromagnetice cu frecare sau al cuplajelor cu gheare ori cu dinți se bazează **cuplajele electromagnetice cu alunecare.** Un asemenea tip de cuplaje este reprezentat în fig. 3.72. Pe axul *10,* este fixată rigid partea conducătoare *7* a cuplajului. Această parte a cuplajului, pe a cărei periferie este prevăzută bobina *2,* se află în interiorul părții conduse a cuplajului. La conectarea bobinei *2,* în jurul acesteia apare un cîmp magnetic, deoarece axul *10* se rotește, iar odată cu el se rotește și cîmpul magnetic al bobinei.

Acest cîmp antrenează în mișcarea de rotație partea condusă *6* a ambreiajului, exact în același mod în care cîmpul rotitor al unui motor asincron antrenează după el rotorul motorului.

Partea condusă a cuplajului se rotește cu o anumită „alunecare", adică turația roții conduse este ceva mai mică decît turația părții conducătoare. Valoarea acestei alunecări poate fi variată între limite destul de largi, permițînd astfel reglarea turației axului condus pentru aceeași turație a axului conducător. Această variație a alunecării se obține prin variația cu ajutorul reostatului *11* a curentului ce alimentează bobina prin inelele colectoare *8* și *9.* Este necesar să se țină seama că în cazul alunecărilor mari randamentul cuplajului este mic. Deoarece bobina cuplajului are un număr mare de spire, pentru funcționarea cuplajului este suficient un curent slab asigurat de dispozitivul electronic *1.* În cazul cînd este necesară stabilizarea turației axului condus se folosește un stabilizator tahometric *4,* care primește mișcarea de la axul condus prin transmisia *5-3.*

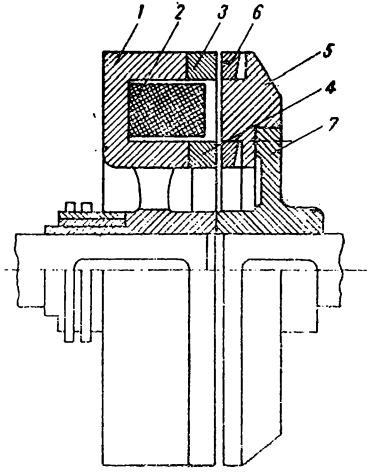


Fig. 3.71. Cuplaj cu magneți permanenți.

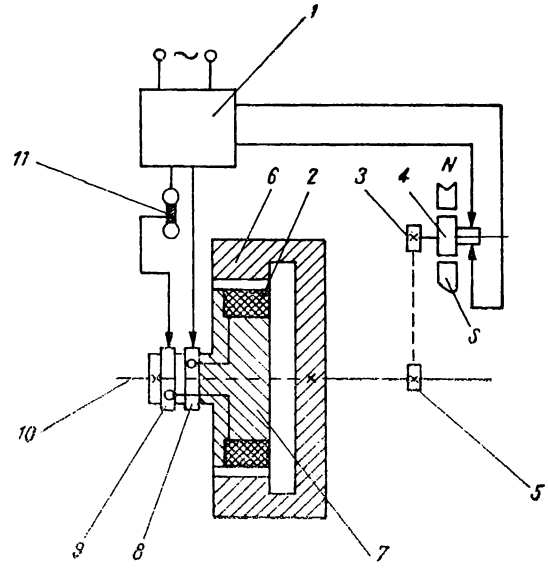


Fig. 3.72. Cuplaj electromagnetic de alunecare.

În ce privește utilizarea cuplajelor electromagnetice cu alunecare, ele se pot folosi într-o gamă foarte mare de puteri, variind de la puteri sub 1 kW pînă la puteri de sute de kilowați. De asemenea, au un cîmp de reglare foarte mare, de la 1 : 1 la 1 : 100.

Stabilitatea redusă în ce privește turația face ca utilizarea acestor tipuri de cuplaje la mașinile-unelte să fie limitată. Se utilizează în general la mașinile-unelte unde nu se impun condiții de stabilitate riguroasă, cum este cazul acționării mașinilor-unelte de rectificat speciale.

În ultimul timp au început să fie folosite la mașinile-unelte **ambreiaje electromagnetice cu pulbere.** În principiu, un asemenea ambreiaj se compune din două discuri între care se află o pulbere electromagnetică (ca material feromagnetic activ se folosește fier, carbonil, fier pulverizat sau aliaje de oțel, crom și nichel tot în stare pulverizată); dacă între cele două discuri se creează un cîmp magnetic, pulberea este atrasă spre discuri solidarizîndu-le în mișcarea lor de rotație. Pulberea feromagnetică poate fi amestecată cu ulei, grafit coloidal, talc, vaselină și alte substanțe, pentru a împiedica aglomerarea de pulbere feromagnetică și transmiterea căldurii în perioada în care ambreiajul este decuplat. O cantitate mică de căldură se produce în ambreiajele la care pulberea feromagnetică este amestecată cu grafit coloidal.

În fig. 3.73 este prezentat un ambreiaj electromagnetic cu pulbere. Miezul *3* este executat dintr-o bucată cu axul *1* și o carcasă 2, fixată

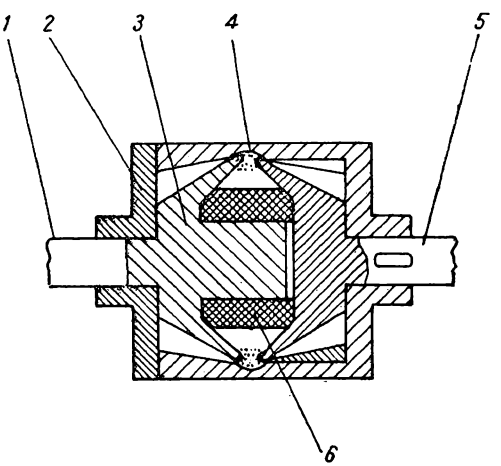


Fig. 3.73. Cuplaj electromagnetic cu pulbere.

pe axul 5. Spațiul dintre suprafețele miezului și ale carcasei este umplut cu amestecul 4, de pulbere de fier cu ulei sau grafit coloidal. La conectarea bobinei 6, în jurul ei apare un cîmp magnetic, care trecînd prin acest amestec îl transformă într-un strat destul de dens ce solidarizează miezul ambreiajului cu carcasa.

Ambreiajele cu pulbere transmit cupluri relativ mari avînd în același timp dimensiuni relativ mici. Ele sînt utilizate în mod frecvent ca mecanisme de inversare a sensurilor de rotație și în sistemul de reglare automată datorită constantei lor de timp redus, precum și ca frîne electromagnetice la dispozitivele de avans ale mașinilor-unelte (deplasate pînă la un opritor rigid). În comparație cu ambreiajele cu fricțiune, au o rapiditate de lucru de 10—15 ori mai mare, iar puterea de comandă necesară excitației înfășurării cu 50—60% mai mică, avînd în același timp o durată mult mai mare de funcționare, deoarece nu are suprafețe în frecare. Pentru ușurința montării și demontării ambreiajului este indicat ca miezurile să fie de construcție asamblată.

În practică, tipul cuplajului trebuie ales plecînd de la regimul funcționării lui și anume : durata și valoarea alunecării, frecvența cuplărilor, încălzirea posibilă și durata de serviciu în exploatare.

În condițiile necesității unei frecvențe mari de cuplări și cînd la cuplarea și decuplarea ambreiajului nu sînt permise cupluri remanente mari, este indicat să se utilizeze cuplaje electromagnetice cu fricțiune.

Frînele electromagnetice sînt mecanisme care au rolul de a opri organele în mișcare ale mașinii-unelte după decuplarea acesteia de la motorul electric cu ajutorul ambreiajelor sau prin întreruperea curentului. În condițiile lucrului pe mașinile-unelte atît pentru mașină, cît și pentru muncitor, este nevoie ca imediat ce butonul de oprire al mașinii a fost apăsat, mașina să se oprească rapid. De asemenea, cînd se produce întreruperea circuitului de alimentare al motorului, axul principal al mașinii, care antrenează piesa sau scula, trebuie să se oprească imediat (în special în cazul mașinilor-unelte prevăzute cu limitator de cursă).

Trebuie avut însă în vedere ca oprirea să nu fie făcută prea brusc, deoarece datorită solicitărilor care ar apărea în acest caz dinții angrenajelor sau axele de transmitere, precum și dinții sau ghearele cuplajelor cu gheare ori cu dinți se pot rupe.

În ce privește cuplajele (ambreiajele) cu discuri în frecare, din cauza opririi bruște, temperatura între suprafețele în frecare crește rapid favorizînd griparea acestora.

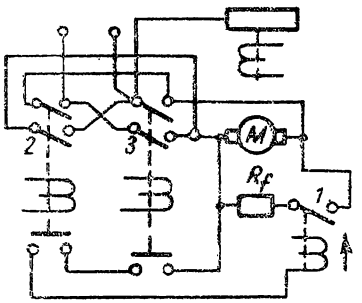


Fig. 3.74. Schema parțială de frînare a unui electromotor de curent continuu cu rezistență de șuntare.

Pe lîngă defectarea organelor mașinii-unelte, în cazul unei opriri bruște, se poate rupe cuțitul de așchiere și deteriora piesa.

În mod curent pentru frînare se acționează asupra motorului ; ea poate fi realizată pe cale mecanică, hidraulică, pneumatică sau electrică. Dintre acestea, cea mai economică este frînarea electrică. Ea poate fi realizată în mai multe feluri.

Frînarea prin legare în scurtcircuit se aplică în cazul motoarelor de curent continuu. În fig. 3.74 este reprezentată schema parțială de frînare a unui motor de curent continuu cu rezistență de șuntare. În paralel cu motorul de antrenare *M* se montează rezistența de frînare *Rf*, care este comandată de automatul *1*. Bobina acestui automat este legată în paralel cu rotorul, iar curentul care trece prin ea străbate și contactele fixe ale automatului de comandă *2* și *3*.

Atîta timp cît motorul de antrenare *M* merge într-un sens sau altul, automatul *1* nu primește curent. În momentul cînd circuitul principal a fost întrerupt, contactele fixe ale automatelor de comandă *2* și *3* se închid, iar bobina de fixare a automatului *1* primește curentul produs de rotorul care continuă să meargă. În acest fel, automatul *1* șuntează imediat bornele motorului *M*, rezistența de frînare *Rf* crește în tot timpul frînării și excitarea motorului rămîne în circuit. În momentul opririi se leagă la excitatoare o rezistență, pentru ca polii lor să nu se încălzească prea mult, ceea ce ar avea ca efect străpungerea izolației bobinajului.

Frînarea prin contracurent. Acest sistem este cel mai simplu și cel mai rapid sistem de frînare. Se folosește la motoarele de curent alternativ. Frînarea nu se face de fapt prin rotirea motorului în sens invers, deoarece s-ar produce deranjamente în lanțul cinematic de acționare al mașinii și ar deteriora atît piesa cît și scula de așchiere.

Pentru a asigura întreruperea automată a motorului, în practică se utilizează o serie de dispozitive care intervin, întrerupînd circuitul de alimentare atunci cînd motorul are tendința de a se roti în sens invers. Cele mai utilizate sisteme de frînare în contracurent sînt :

— prin contracurent și rezistențe în circuitul statorului,

— prin contracurent și rezistențe în circuitorul rotorului,
— cu automat de frînare montat pe motor.

Frînarea în contracurent și rezistență în stator constă în inversarea a două faze ale statorului și introducerea în același timp în serie cu aceasta a unei rezistențe (fig. 3.75).

Inversarea a două faze are ca rezultat schimbarea sensului de rotație al motorului, ceea ce are ca efect o frînare mai mult sau mai puțin lentă, funcție de rezistența statorului, care poate fi mai mare sau mai mică. În momentul cînd se apasă butonul de oprire, se produce declanșarea contactorului de alimentare C_1 și se anclașează contactorul de frînare C_2, cînd motorul s-a oprit complet se produce decuplarea contactorului C_2, rămînînd în această situație pînă cînd se reia din nou ciclul.

Frînarea prin contracurent și montarea de rezistențe în circuitul rotorului este frecvent utilizată la mașinile-unelte, care au motorul de acționare cu rotor cu inele colectoare. Ca și în cazul frînării în contracurent și rezistență în circuitul statorului se inversează două faze ale rotorului și în același timp cu acesta se introduce în serie un grup de rezistențe diferite, care au rolul de a regla în același timp și intensitatea frînării.

În fig. 3.76 este reprezentată schema frînării motorului asincron prin contracurent și rezistențe montate în circuitul rotorului. Atunci

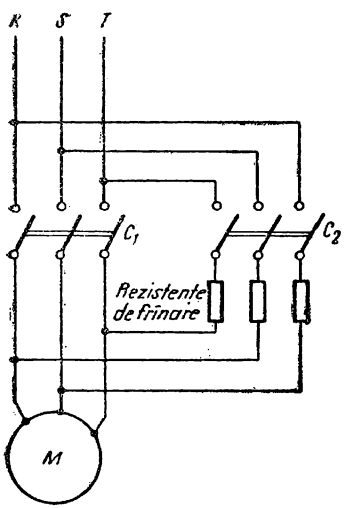


Fig. 3.75. Schema de frînare în contracurent și rezistență în stator.

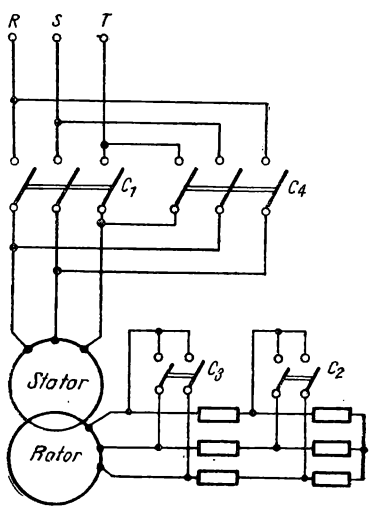


Fig. 3.76. Schema frînării prin contracurent și rezistență în circuitul rotorului.

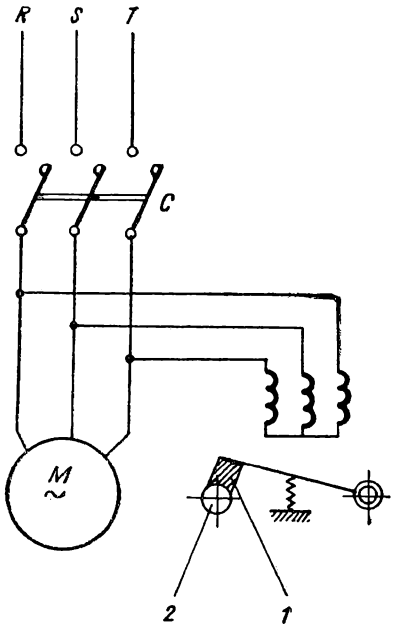


Fig. 3.77. Schema de acționare a unei frîne electromagnetice cu sabot.

cînd se impune oprirea mașinii, se apasă pe butonul de oprire, iar contactoarele C_1, C_2 și C_3 declanșează în timp ce contactorul C_4 anclașează. Turația motorului scade rapid pînă la oprire. Releul de timp comandă declanșarea contactorului C_4. Frînarea cu automat de frînare montat pe motor se caracterizează prin aceea că sistemul de frînare este comandat direct de axul motorului prin intermediul unor came sau știfturi, iar oprirea motorului este făcută fără ca acesta să se mai rostească în sens invers ca în cazul celorlalte sisteme.

Frînarea cu electromagneți. Acest sistem de frînare este în general aplicat la toate tipurile de motoare. Sistemul de frînare poate fi cu saboți, cu discuri de fricțiune sau cu bandă.

În fig. 3.77 este reprezentată o schemă simplă de acționare a unei frîne electromagnetice cu sabot. În momentul opririi mașinii, sabotul *1* apasă pe roata *2*, montată pe axul motorului *M* (sau pe manșonul de cuplare). Cînd motorul pornește, un electromagnet atrage pîrghia sabotului *1*, pe care-l ține ridicat atît timp cît motorul merge. Acest sistem prezintă dezavantajul că în unele cazuri blochează brusc motorul de antrenare, din care cauză nu se recomandă folosirea sa în cazul mașinilor-unelte cu un număr mare de cuplări și decuplări (mașini de rabotat, mortezat, rectificat etc. care necesită un număr mare de schimbări de sens).

Frînele electromagnetice cu discuri sînt caracterizate prin aceea că frînarea sistemului de acționare al mașinii-unelte se face rapid, însă fără o oprire bruscă, evitînd astfel apariția unor eforturi mari.

În fig. 3.78 este reprezentată o frînă electromagnetică cu discuri de fricțiune multiple, pentru frînarea automată a rotorului unui motor electric atunci cînd se întrerupe mișcarea lui.

La pornirea motorului, curentul electric trecînd prin înfășurările bobinei magnetizează piesa polară, care atrage armătura legată cu

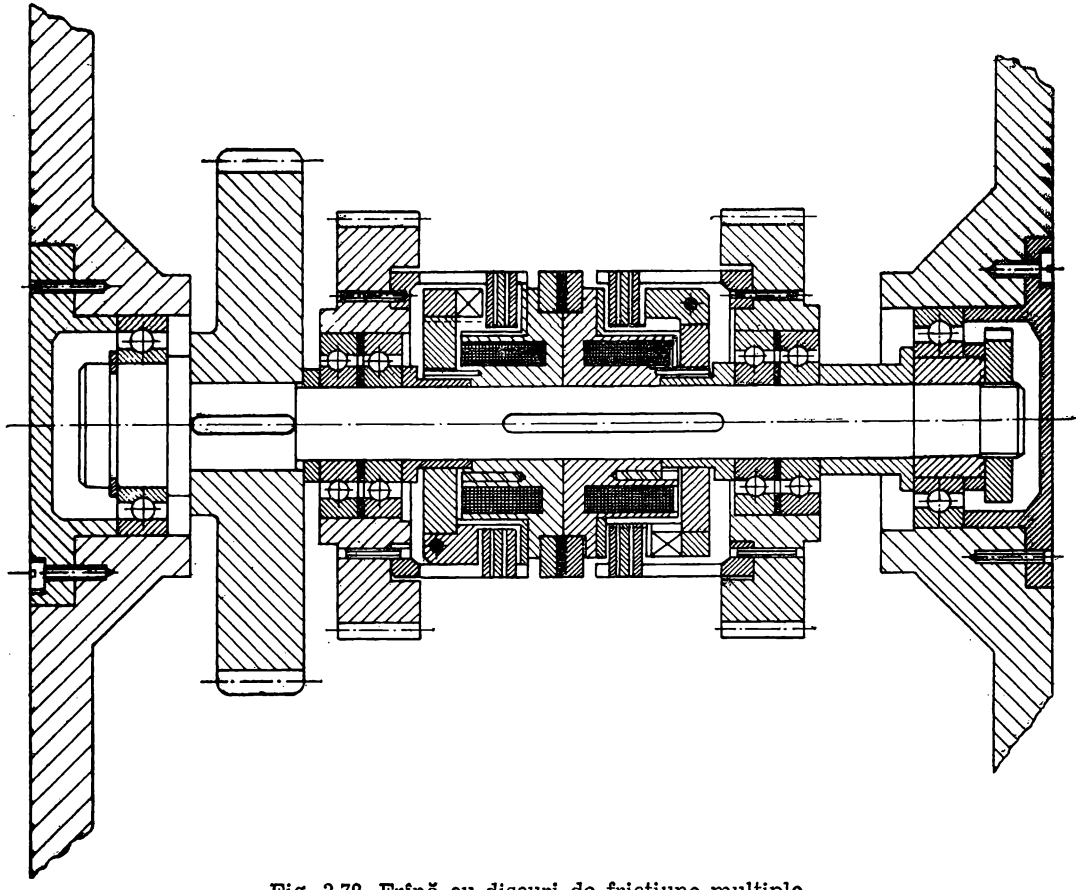


Fig. 3.78. Frînă cu discuri de fricțiune multiple.

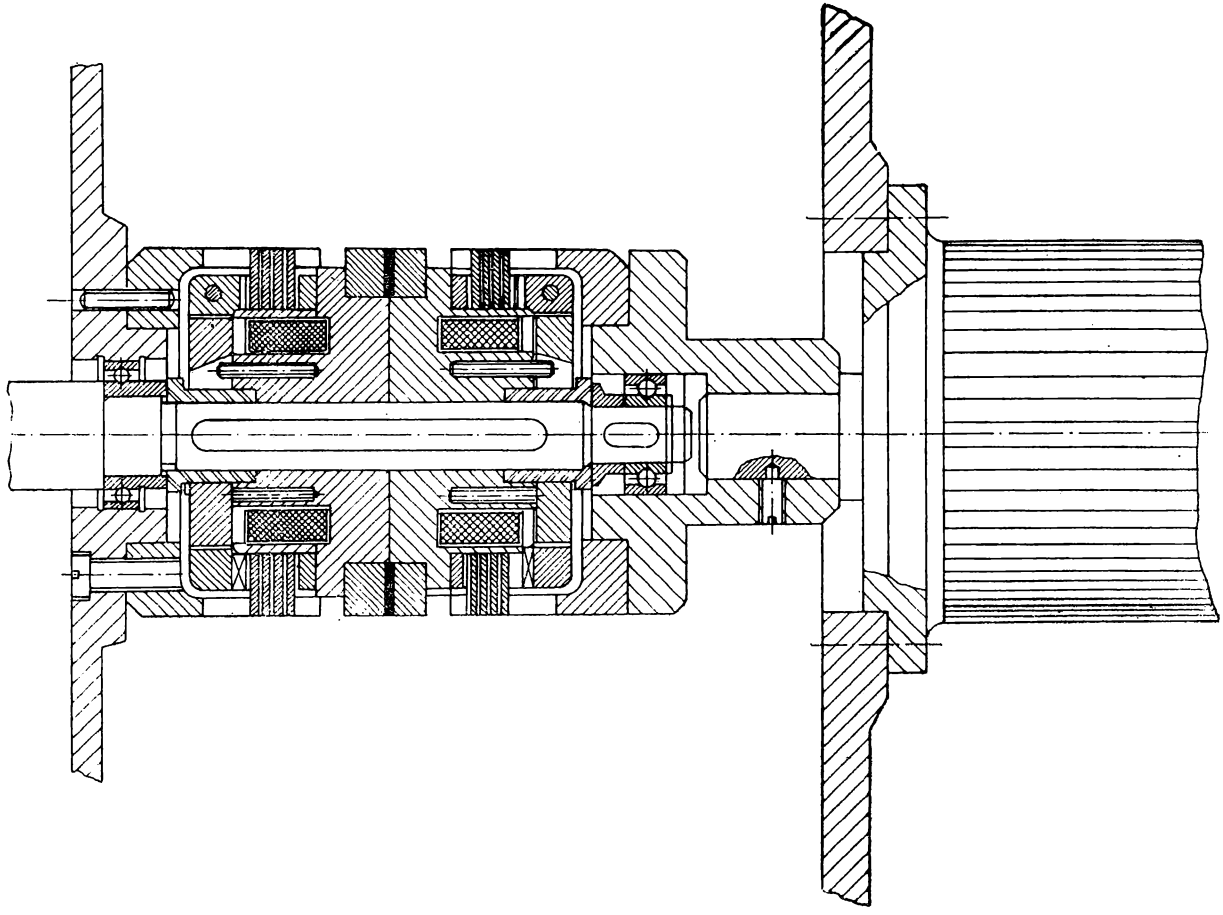


Fig. 3.79. Cuplaj electromagnetic combinat cu frînă.

discurile interioare de fricțiune depărtîndu-le. Discurile exterioare fiind fixate pe axul motor, depărtarea lor produce defrînarea instantanee a motorului electric, care începe să funcționeze. La întreruperea curentului, armătura nemaifiind atrasă rămîne sub acțiunea arcurilor, care apasă puternic spre stînga, producînd astfel frînarea rotorului și deci a lanțului cinematic aflat în mișcare. Arcurile pot fi reglate cu ajutorul șuruburilor, pînă în apropierea limitei maxime a forței de atracție a electromagnetului. De obicei, frînele electromagnetice cu discuri sînt folosite în practică combinate cu ambreiajele cu discuri.

În fig. 3.79 este reprezentat un sistem combinat de frînă cu ambreiaj întîlnit, în general, la mașinile-unelte din grupa strungurilor și a mașinilor de frezat.

Frînele electromagnetice cu bandă (fig. 3.80) sînt caracterizate prin aceea că sînt simple din punct de vedere constructiv, fiind capabile în același timp să asigure un moment mare de frînare. Ele sînt prevăzute cu o bandă de frînare montată pe un tambur (fixat pe axul motorului) și acționată de un electromagnet de putere mică, printr-un sistem de pîrghii. Prezintă dezavantajul că efortul de frînare se exercită numai pe o singură parte asupra axului tamburului de frînă.

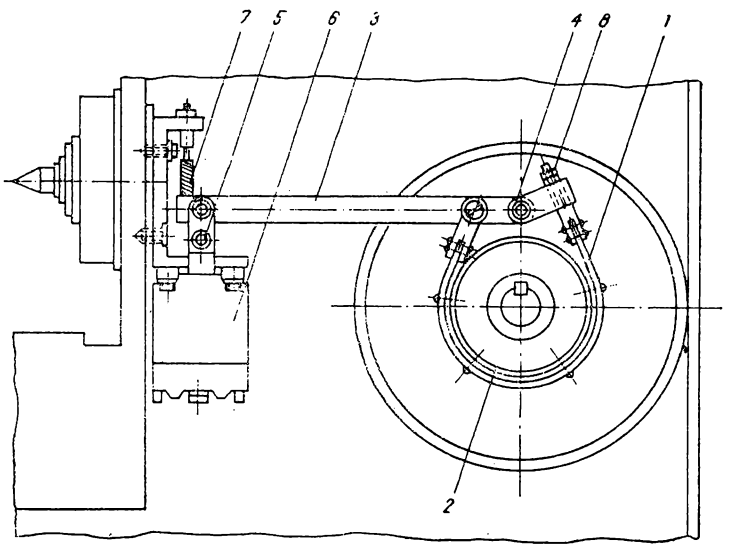


Fig. 3.80. Frînă cu bandă :
1 — bandă ; *2* — butuc ; *3* — tijă de reglaj ; *4* — bolțul articulației ; *5* — furcă de strîngere ; *6* — electromagnet ; *7* — arc de compensare ; *8* — piuliță de reglaj.

În ce privește viteza de acționare, frînele electromagnetice sînt mai bune decît frînele prin legare în scurtcircuit, deoarece electromagnetul execută defrînarea motorului, în timp ce frînarea se face pe cale mecanică cu ajutorul arcurilor. Aceasta face ca variațiile de tensiune din rețeaua de alimentare să nu aibă influență asupra modului de funcționare al frînelor respective.

Întreținerea și repararea cuplajelor și frînelor electromagnetice

În general, cuplajele și frînele electromagnetice sînt elemente foarte sensibile în comparație cu elementele mecanice folosite în sistemele de acționare ale mașinilor-unelte. Din aceste considerente, în practică, pentru montarea unui cuplaj sau a unei frîne electromagnetice trebuie ținut seama de faptul că acestea sînt elemente foarte sensibile în ce privește precizia de montaj mecanic sau al instalării circuitelor electrice. Condițiile de montaj influențează în mod deosebit funcționarea cuplajelor (cu gheare, cu dinți sau cu fricțiune și pulbere) și frînelor electromagnetice, în special atunci cînd se impune asigurarea unei excentricități corespunzătoare (0,01—0,03 mm) între cele două semicuplaje. Excentricitatea între cele două semicuple are o influență deosebită asupra transmiterii cuplului de antrenare, precum și asupra uzurii între suprafețele în frecare.

Cuplajele și frînele electromagnetice pot fi montate atît pe axele orizontale, cît și pe axele verticale ale mașinilor-unelte, însă în ambele cazuri este necesar să se asigure deplasarea armăturii pînă la contactul cu miezul electromagnetului, iar timpul necesar deplasării să fie cît mai mic. O atenție deosebită trebuie acordată cuplajelor și frînelor care lucrează în mediu uscat, pentru a nu pătrunde în casetele lor lichide sau praf și asigurarea rigidității traseului conductoarelor electrice de alimentare, pentru a nu veni în contact cu uleiul sau mecanismele în mișcare, precum și posibilitatea de a umbla cu ușurință în vederea executării lucrărilor de verificare, reglare și întreținere, fapt ce joacă un rol important în ce privește montajul frînelor și cuplajelor electromagnetice. Sistemele de reglaj ale frînelor și cuplajelor electromagnetice sînt indicate în cartea tehnică a mașinilor de către întreprinderile constructoare.

În general, principalele operații de reglaj constau în reglarea întrefierului cuplajelor și frînelor electromagnetice cu discuri, cuplajelor cu dinți sau gheare.

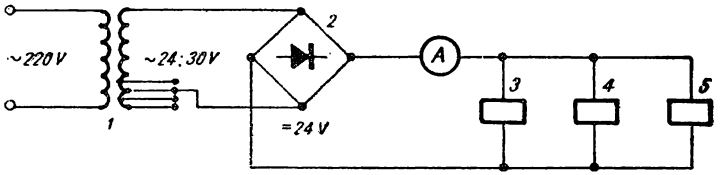


Fig. 3.81. Reglarea curentului de alimentare al cuplajelor și frînelor electromagnetice.

Practic această verificare se execută cu ajutorul spionilor în stare anclașată a cuplajului sau frînei, iar reglajul se realizează cu ajutorul unei piulițe de reglaj, care se strînge sau slăbește pînă cînd spionul se deplasează în mod uniform cu frecare. De obicei, verificarea se execută în trei puncte ale circumferinței (la 120°), caseta fiind prevăzută cu ferestre în acest scop.

Alimentarea cu curent se realizează la o tensiune corespunzătoare (24 V) prin intermediul prizelor de tensiune ale transformatorului de alimentare, măsurarea curentului făcîndu-se cu ajutorul unui ampermetru introdus în circuitul de alimentare al frînei sau cuplajului (sau cuplajul în cazul existenței mai multor cuplaje și frîne, așa cum reiese din fig. 3.81), și reglîndu-se tensiunea pînă cînd se obține curentul nominal. Acest reglaj se execută la cald cînd s-a ajuns la o temperatură de regim după o anumită perioadă de timp de funcționare (20—30 minute), excitînd toate cuplajele și frînele pentru ca să se ajungă la sarcina maximă, după care se oprește motorul pentru toată durata operației de reglare.

Reglarea tensiunii de alimentare (la 24 V) la temperatura normală nu se recomandă, deoarece în timpul lucrului are loc o creștere a temperaturii, care la rîndul ei favorizează creșterea rezistenței înfășurărilor și scăderea curentului de alimentare, fapt ce produce deranjamente în funcționarea cuplajelor și frînelor. Transformatorul și redresorul se recomandă să fie montate în dulapuri, cu aparatajul electric de comandă (la partea inferioară a acestora pentru a avea o răcire mai bună). Cînd se execută reglajul sistemelor de frînare, trebuie evitat să se umble la periile de contact cînd acestea se află sub tensiune, deoarece mișcarea acestora provoacă scîntei, care favorizează erodarea și uzura rapidă a suprafețelor inelelor colectoare. Din aceste motive reglarea se face numai cînd a fost scos de sub tensiune circuitul de alimentare. Un rol important îl are reglarea presiunii de contact a periei asupra inelului colector.

În practică, lucrările de întreținere și reparare ale cuplajelor și frînelor electromagnetice cuprind o serie de operații, care au rolul de a preveni deranjamentele și de a remedia defecțiunile produse în

timpul funcționării, mărind astfel durata de serviciu a utilajului. Operațiile de întreținere și reparare specifice cuplajelor și sistemelor de frînare au în vedere :

— controlul și reglajul periodic al întrefierului,

— verificarea, curățirea și ajustarea periilor colectoare,

— curățarea, ajustarea și șlefuirea inelelor colectoare,

— verificarea și reglarea presiunii de contact dintre perie și inelul colector. O deosebită atenție trebuie acordată montării periilor de contact după ajustare și șlefuire.

Acestea trebuie astfel montate încît să calce cît mai pe mijlocul inelului și să fie orientate în direcție radială, admițîndu-se abateri de $\pm 5°$. La montarea periilor trebuie ținut seama ca bătaia radială a inelelor colectoare să nu fie mai mare de 0,02 mm, iar bătaia axială să nu depășească 0,06 mm.

— Verificarea stării și calității suprafeței inelelor colectoare pentru a nu prezenta gripaje, lovituri etc. Este indicat ca inelele să fie ajustate, șlefuite și pasuite cu periile corespunzătoare.

În cazul cuplajelor și frînelor care lucrează „uscat", este necesar să se ia toate măsurile pentru ca inelele colectoare să nu fie stropite cu lichide și să fie ferite de praf.

Sistemul de perii de contact trebuie montat pe suporți rigizi pentru a evita vibrațiile contactelor care au efecte foarte dăunătoare, deoarece produc scîntei pe inelele colectoare stricîndu-le suprafața.

— Verificarea legăturilor de prindere și sistemul de fixare a conductoarelor electrice, cum și asigurarea împotriva desfacerii accidentale pentru a preveni vibrațiile, care pot cauza întreruperi de circuit în timpul funcționării.

— Verificarea gradului de uzură a discurilor (lamelelor) de fricțiune ale ambreiajelor și frînelor electromagnetice și reglarea lor. Dacă pe suprafețele active ale discurilor (lamelelor) apar gripaje sau arsuri, iar uzura lor depășește 10% din suprafețele active, se rectifică, iar după montaj se execută reglajul. Dacă după reglare, în timpul cuplării (anclașării), ambreiajele și frînele electromagnetice continuă să patineze din cauza măririi jocului între discuri, atunci se completează cu o pereche de discuri (un disc corespunzător axului și un disc corespunzător bucșei (fig. 3.72), după care se execută o nouă reglare.

Discurile (lamelele) care au uzură pronunțată (peste 1/3 din grosime) sau sînt arse, deformate sau prezintă fisuri se înlocuiesc cu altele noi.

— Controlul și reglarea armăturii electromagnetului, pentru a preveni blocarea acestuia, și a-i da posibilitatea să-și facă cursa completă. Aceasta are o mare importanță, deoarece blocarea armăturii

electromagnetului duce la creşterea curentului ce trece prin bobină favorizînd arderea acesteia.

— Asigurarea ungerii cuplajelor şi frînelor cu discuri (lamele), care au regim de funcţionare în ulei, neadmiţîndu-se funcţionarea lor în regim uscat. Funcţionarea în regim uscat duce la o uzură rapidă a discurilor de fricţiune şi arderea bobinajului electromagnetului. În practică, ungerea cuplajelor şi frînelor electromagnetice cu discuri de fricţiune este asigurată de ceaţa de ulei din cutiile de viteze sau de avans ale maşinilor-unelte şi prin stropirea cu ajutorul roţilor dinţate sau pompelor de ulei cu care sînt prevăzute maşinile-unelte. Trebuie evitată, de asemenea, o ungere prea abundentă, deoarece se manifestă negativ asupra timpilor de anclaşare-declanşare. Cu atît mai mult, este interzisă funcţionarea acestor elemente imersate complet sau parţial în ulei.

Uleiul folosit la ungerea cuplajelor şi frînelor trebuie să fie lipsit de apă, acizi sau impurităţi mecanice. Acest lucru are o mare importanţă în funcţionarea cuplajelor şi frînelor electromagnetice cu discuri.

În exploatare trebuie ţinut seama ca uleiurile utilizate să nu atace izolaţia conductoarelor electrice sau să favorizeze schimbarea proprietăţilor fizico-chimice ale acestora, ori ale conductoarelor. Din aceste considerente se impune ca, atunci cînd se observă asemenea defecte, pe lîngă remedierea defectului se recomandă să se facă şi verificarea proprietăţilor uleiului.

După remedierea defectelor şi executarea montajului, se impune să se spele cu grijă mecanismele pentru eliminarea prafului abraziv şi a particulelor metalice rezultate în timpul reparaţiei, care prin pătrunderea lor între suprafeţele în frecare, pot provoca avarierea şi scoaterea din funcţiune a cuplajelor şi frînelor electromagnetice cu discuri.

— În cazul cuplajelor cu dinţi sau cu gheare o atenţie deosebită trebuie acordată verificării gradului de uzură a dinţilor sau gheare-lor cuplajului.

Verificarea gradului de uzură al dinţilor şi reglarea cursei de cuplare previne uzura rapidă a cuplajelor, care apare în mod curent în regiunile în care se produc alunecări, adică în vîrfurile dinţilor cuplajului. În cazul apariţiei unei tociri a vîrfului dinţilor se produc scăpări în timpul cuplării, deci funcţionarea neuniformă şi nesigură a cuplajului.

Defectul se remediază prin metalizarea zonelor tocite de pe vîrfurile dinţilor, ajustarea şi fasonarea lor.

În timpul lucrului cuplajele electromagnetice cu gheare sau cu dinţi se pot ştirbi sau rupe din cauza unei cuplări greşite (cuplare

în turație), motiv pentru care cuplarea trebuie făcută numai în stare de repaus, sau cînd s-a ajuns la turația de sincronism.

— Verificarea și înlocuirea inelelor de etanșare (din cauciuc sau din pîslă) de la casetele ambreiajelor și frînelor electromagnetice cu pulbere, pentru a preveni pierderile de pulbere feromagnetică lichidă în stare pulverulentă. Pierderea de pulbere feromagnetică are ca efect patinarea discurilor datorită micșorării efortului de cuplare. În timpul lucrului, după o perioadă de timp se produce îmbătrînirea amestecului feromagnetic de pulbere, favorizînd lipirea granulelor între ele, ceea ce are ca efect scăderea cuplului transmis de ambreiaj sau frînă. În practică acest deranjament este prevenit prin schimbarea periodică a amestecului de pulbere feromagnetică de umplere și asigurarea supravegherii corespunzătoare a stării ambreiajelor și frînelor în exploatare.

Cunoașterea perfectă a construcției și modului de funcționare a frînelor și cuplajelor electromagnetice, precum și întreținerea corectă, asigură o funcționare îndelungată a acestora fără opriri pe durate mari de timp din cauza deranjamentelor ivite în timpul funcționării mașinii.

3.3.5. MUTATOARE

Mutatoarele sînt întrebuințate pe scară largă în toate felurile de sisteme de alimentare cu energie pentru industrie, tracțiune, transport și comerț.

Cu condiția de a fi utilizate în mod corect, ele au următoarele avantaje în comparație cu mașinile electrice : greutate redusă, construcție simplă, lipsa pieselor mari în mișcare, dimensiuni reduse, nu necesită fundații speciale, nu necesită practic nici un fel de întreținere, au un randament tehnic și economic ridicat, oferă posibilitatea folosirii unor sisteme de comandă mai sensibile, mai rapide, sau mai exacte.

Aceste avantaje sînt în special valabile la mutatoarele cu semiconductoare care, în comparație cu cele cu vapori de mercur, oferă avantajul suplimentar de a se menține în funcțiune într-un domeniu de temperatură foarte larg.

Mutatoarele cu semiconductoare se execută în prezent pentru acoperirea întregului domeniu de puteri. La curenți foarte mici și tensiuni înalte se preferă seleniul. Restul domeniului de aplicabilitate este asigurat de diode redresoare cu siliciu.

După principiul de funcționare, mutatoarele se împart în următoarele categorii :

— redresoare care transformă curentul alternativ monofazat sau trifazat în curent continuu ;

— invertoare care transformă curentul continuu în curent alternativ monofazat sau trifazat ;

— convertizoare statice care transformă curentul alternativ cu o anumită tensiune, o anumită frecvență și un anumit număr de faze în curent alternativ cu alte valori ale acestor mărimi ;

— variatoare de tensiune alternativă care reglează circulația de energie în circuitele de curent alternativ ;

— variatoare de tensiune continuă care reglează circulația de energie în circuitele de curent continuu după principiul comenzii prin variația duratei impulsului.

Pentru a face deosebirea între diversele tipuri de mutatoare cu mai multe moduri de funcționare, caracteristica curent-tensiune pentru partea de curent continuu, care indică semnul tensiunii continue *Ud* și al curentului continuu *Id*, este împărțită în patru cadrane. În fig. 3.82, același semn pentru curent și tensiune indică faptul că se furnizează putere pe partea de curent continuu ; acesta este cazul în cadranele *I* și *III*, corespunzător funcționării, în regim de redresor. În cazul cînd semnul curentului direct și cel al tensiunii continue sînt opuse, se primește putere pe partea de curent continuu, ceea ce este valabil în cadranele *II* și *IV*, corespunzătoare funcționării în regim de invertor. Redresoarele și invertoarele sînt deci mutatoare a căror caracteristică curent-tensiune se situează într-un singur cadran și au numai un singur sens de circulație a puterii. Pe lîngă aceasta, există și mutatoare care permit inversarea fluxului de putere, dar nu și a curentului. Ele funcționează ca mutatoare comutabile cu două cadrane în cadranele *I* și *II*.

Mutatoarele duble care permit inversarea sensului atît a tensiunii directe, cît și a curentului direct, pot funcționa ca mutatoare cu patru cadrane, adică în toate cele patru cadrane. Ele se compun din mutatoare cu două cadrane, co-

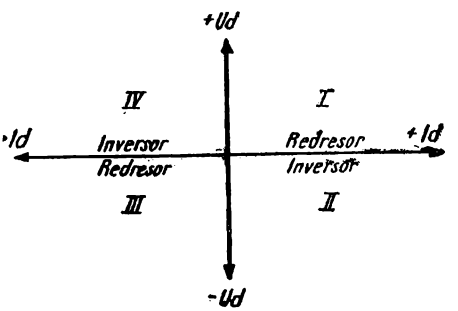


Fig. 3.82. Clasificarea convertizoarelor statice după cadrane pe partea de curent continuu.

nectate în paralel, acționînd în sensuri opuse, fiecare pentru un sens al curentului.

În funcție de modul de comutare, mutatoarele se împart în :

— mutatoare cu comutație externă, la care curentul trece din una din ramurile mutatorului în cealaltă, datorită numai acțiunii tensiunii de pe partea de curent alternativ, fără dispozitive speciale de comutare ;

— mutatoare cu comutare internă (mutatoare cu comutație proprie), la care dispozitive speciale de comutare obligă curentul să treacă dintr-o ramură a comutatorului în cealaltă. Aceste dispozitive sînt în special condensatoare, care furnizează tensiunea și energia necesară pentru comutare.

În funcție de tipul comenzii mutatoarele se împart în :

— mutatoare cu comandă externă, la care frecvența este stabilită de un generator de pulsații exterior mutatorului ; mutatoarele de comandă de la rețea sînt în acest caz dintre cele mai importante, rețeaua de curent alternativ comandînd frecvența proceselor de comutare ;

— mutatoare cu comandă proprie, la care frecvența este comandată de un generator de frecvență inclus în mutator.

În construcția mutatoarelor comandate elementul de bază este tiristorul.

Tiristorul este un ventil electric cu siliciu comandabil, care în lipsa semnalului de comandă, blochează trecerea curentului în ambele sensuri. La apariția unui impuls de comandă tiristorul trece în conducție, permițînd trecerea curentului într-un singur sens.

În fig. 3.83 se prezintă structura fizică a unui tiristor și simbolul de reprezentare a tiristorului în schemele electrice. Constructiv tiristorul prezintă trei joncțiuni pn notate cu I_1, I_2, I_3. Primul strat de tip p este denumit „anod", iar ultimul strat de tip n se numește

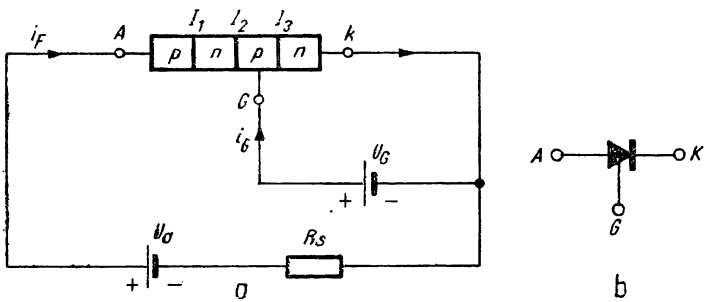


Fig. 3.83. Tiristorul.

„catod". Sensul direct de conducție al tiristorului este de la anod la catod. Joncțiunea I_3 este joncțiunea de comandă, iar stratul al doilea p este numit „grilă de comandă".

Trecerea în conducție a tiristorului se obține aplicînd pe grila tiristorului un impuls de comandă de amplitudine și durată corespunzătoare.

În tabelul 3.8 sînt indicate valorile numerice ale principalelor mărimi ale circuitelor mutatoarelor adoptate uzual, în funcție de care se dimensionează transportoarele și elementele de circuit.

Aceste valori presupun o tensiune alternativă de alimentare sinusoidală și se aplică redresoarelor necomandate, cu sarcină rezistivă. Pentru cazul cînd sarcina nu este rezistivă (de exemplu, la încărcarea bateriilor de acumulatoare, la sarcini capacitive etc.) în calcule se consideră valorile corespunzătoare sarcinii inductive.

În tabel simbolurile au următoarele semnificații :

— Ud_N — valoarea medie a tensiunii continue la sarcina nominală, în V ;

— Ud_0 — valoarea medie a tensiunii continue la mersul în gol, în V ;

— Ud_i — valoarea medie a tensiunii continue ideale, neglijînd pierderile, în V ;

— K — coeficient auxiliar, care indică raportul dintre Ud_N și Ud_i și care în funcție de tipul și conexiunea mutatorului are valori între 1,03 și 1,15, și pentru calcule aproximative se consideră valoarea 1,1 drept corespunzătoare.

— U_{s0} — tensiunea pe fază, pe partea dinspre mutator a transformatorului de alimentare, la mersul în gol, în V ;

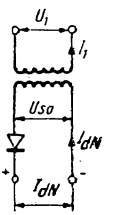
— I_i — valoarea efectivă a curentului pe secundarul transformatorului de alimentare, în A ;

— P_2 — puterea înfășurării secundare a transformatorului de alimentare, în VA ;

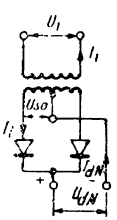
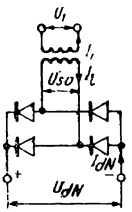
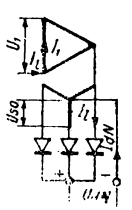
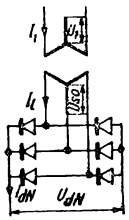
— P_1 — puterea înfășurării primare a transformatorului de alimentare, în VA ;

— P_T — puterea medie a transformatorului de alimentare, în VA.

Verificarea semiconductoarelor. La redresoarele cu semiconductoare apare cu timpul fenomenul de îmbătrînire, care este însoțit de o creștere a rezistenței în sens direct (sensul curentului redresat) și o reducere a rezistenței inverse (scăpări ale curentului în sens invers). Aceste mărimi trebuie măsurate din cînd în cînd, pentru a se stabili necesitatea înlocuirii calculelor.

Nr. crt.	Conexiunea mutatorului		Conexiunea monoalternanță (E)
0	Conexiunea transformatorului		—
	Schema circuitului		
	Mărimea cerută	Formula	
1	U_{so} = valoarea efectivă a tensiunii alternative la mers în gol pe partea mutatorului	$\frac{U_{so}}{kU_{dN}}$	2,22 sarcină rezistivă 0,71 sarcină inductivă
2	I_1 = valoarea efectivă a curentului pe conductor pe partea mutatorului	$\frac{I_e}{I_{dN}}$	1,57 sarcină rezistivă 3 sarcină inductivă
3	I_1 = valoarea efectivă a curentului din înfășurarea primară a transf. la raport de transformare $U_1/U = 1$	$\frac{I_1}{I_{dN}}$	1,21
4	P_2 = puterea înfășurării secundare, în VA	$\frac{P_2}{kU_{dN}I_{dN}}$	3,49
5	P_1 = puterea înfășurării primare (puterea nominală absorbită din rețea, în VA	$\frac{P_1}{kU_{dN}I_{dN}}$	2,69
6	P_T = puterea medie a transformatorului, în VA	$\frac{P_T}{kU_{dN}I_{dN}}$	3,09

mai uzuale circuite cu mutatoare

Conexiunea cu două pulsuri cu punct median (*M*)	Conexiune în puncte monofazată (*P*)	Conexiune în stea (*S*)	Conexiune în puncte trifazată (*DP*)
—	—	Dy5	Yya
			
1,11	1,11 sarcină rezistivă 0,71 sarcină inductivă	0,86	0,43
0,79 sarcină rezistivă 0,71 cu bobină de filtrare	1,11 sarcină rezistivă 1 cu bobină de filtrare	0,59	0,82
1,11	1,11	0,48	0,82
1,75	1,25	1,51	1,05
1,23	1,23	1,23	1,05
1,49	1,23	1,37	1,05

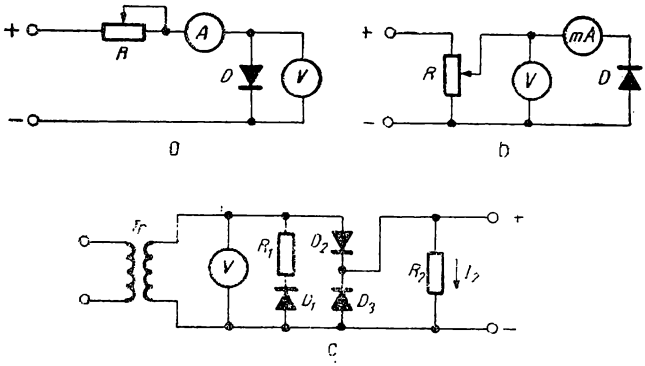


Fig. 3.84. Determinarea căderii de tensiune directă și a curentului invers la redresoarele cu semiconductoare.

Mai simplu, rezistența directă și inversă se determină indirect măsurîndu-se căderea de tensiune în sens direct, la diferite valori ale curentului, respectiv valoarea curentului invers (de scăpări) la diferite tensiuni invers aplicate. Figura 3.84 indică două scheme de verificare frecvent folosite : *a* — pentru căderea de tensiune directă ; *b* — pentru curentul invers, precum și schema sursei de curent cu o alternanță, necesară alimentării schemelor de verificare.

În prima schemă, variind rezistența reostatului R se citesc la ampermetrul A diferite valori ale curentului care străbate dioda D și la care vor corespunde diverse valori ale căderii de tensiune citite la voltmetrul V.

În a doua schemă se reglează tensiunea inversă aplicată la bornele diodei D, cu ajutorul reostatului R, diferite valori care se urmăresc pe voltmetrul V. Concomitent se citesc și valorile curentului invers corespunzător, pe scala miliampermetrului mA.

Pentru măsurarea căderii de tensiune în sens direct, se recomandă ca valoarea curentului I_2, prin rezistența R_2 să fie de cel puțin patru ori mai mare decît curentul direct, care trece prin dioda ce se măsoară, iar pentru măsurarea curentului invers — de cel puțin zece ori mai mare.

Valorile căderii de tensiune directe și a curentului invers măsurate conform celor descrise se compară cu cele prescrise de firma constructoare. În general, o reducere a tensiunii redresate cu pînă la 10% din tensiunea realizată de redresorul nou la curentul nominal este în practică acceptată în multe cazuri.

Verificarea tiristoarelor se bazează pe același principiu, cu deosebirea că schema trebuie să prevadă și elemente pentru comanda pe grilă.

3.3.6. MECANISME TRADUCTOARE

Comanda mașinilor-unelte și a liniilor automate se bazează pe folosirea din ce în ce mai largă a automatizării electrice, paralel cu automatizarea hidraulică sau pneumatică, deoarece automatizarea electrică are în vedere posibilitatea de a transmite impulsurile de comandă și de a controla executarea comenzilor, care se realizează cu ajutorul mecanismelor traductoare.

Mecanismul traductor are rolul de a emite impulsul inițial (semnalul de comandă) pentru realizarea mișcării necesare în cazul cînd asupra sa acționează un impuls exterior corespunzător. Impulsul primit de traductor poate fi obținut prin apăsarea exercitată de un element al mașinii sau de cama unui aparat de comandă prin presiunea exercitată mecanic, pneumatic, sau hidraulic.

În funcție de natura cauzei care determină apariția impulsului primit de traductor, acestea pot fi de mai multe feluri : de cale, de dimensiune, de forță, de timp, de viteză etc.

Traductoarele de cale sînt caracterizate prin aceea că impulsul apare datorită acțiunii exercitate asupra traductorului de către un element mobil al mașinii în momentul în care acest element ajunge într-o poziție dinainte reglată. În practică traductoarele de cale sînt de obicei mecanisme de tipul limitatoarelor de cursă.

În fig. 3.85 este reprezentată schema electrică a unui traductor de cale folosind limitatorul de cursă *LC* și deconectorul final *DF*. În schemă se observă și montajul circuitelor electrice componente : circuitele de alimentare a motorului electric *M* și circuitele pentru comanda automată a conectării și deconectării mișcării, atît pentru un sens de deplasare al mesei *1* cît și pentru celălalt. Cu ajutorul schemei se realizează următorul ciclu de mișcări :

— deplasarea spre stînga a mesei *1*,

— schimbarea sensului de deplasare în momentul cînd masa *1* a ajuns în punctul extrem stînga al cursei sale,

— deplasarea spre dreapta,

— oprirea mesei *1* în poziția extremă dreapta a cursei sale.

Traductoare de dimensiune. La traductoarele de dimensiune impulsul apare atunci cînd piesa de prelucrat atinge dimensiunea necesară. În cele ce urmează sînt reprezentate cîteva tipuri de traductoare de dimensiune mai frecvent utilizate în practică.

În fig. 3.86 sînt reprezentate schemele unor traductoare cu unul sau mai multe contacte. După cum reiese din figură, piesa *1*, de o anumită dimensiune, provoacă deplasarea palpatorului *2*, legat cu contactul mobil *3*, determinînd oprirea mașinii.

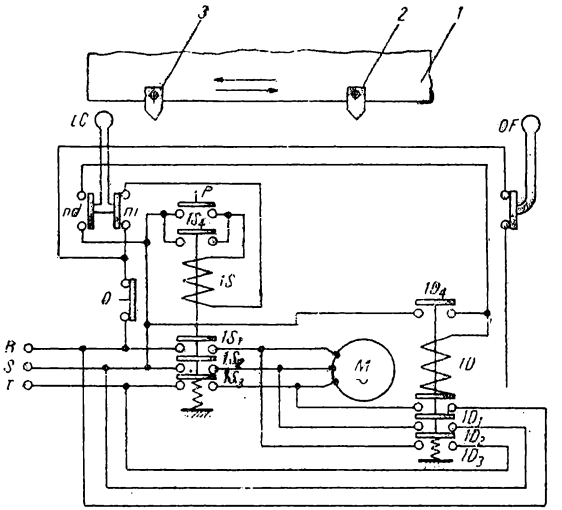


Fig. 3.85. Schema electrică a unui traductor de cale.

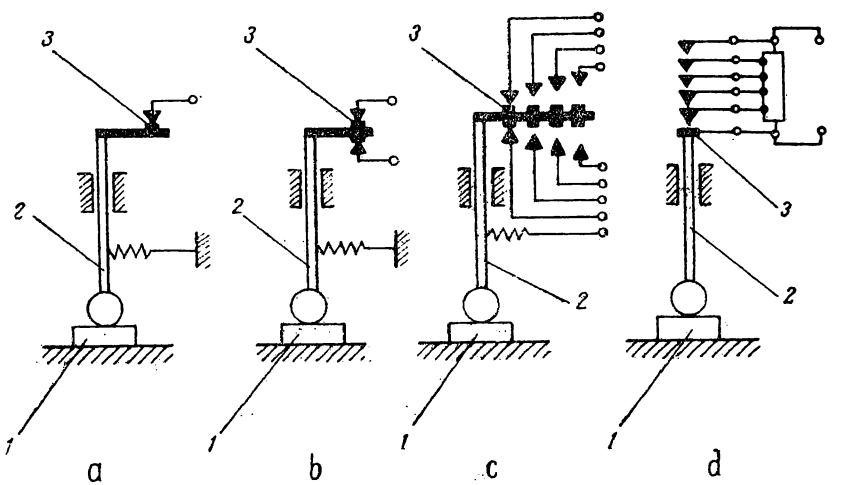


Fig. 3.86. Schema traductoarelor de dimensiune :
a — cu un contact ; *b* — cu două contacte ; *c* — cu trei contacte ; *d* — cu patru contacte.

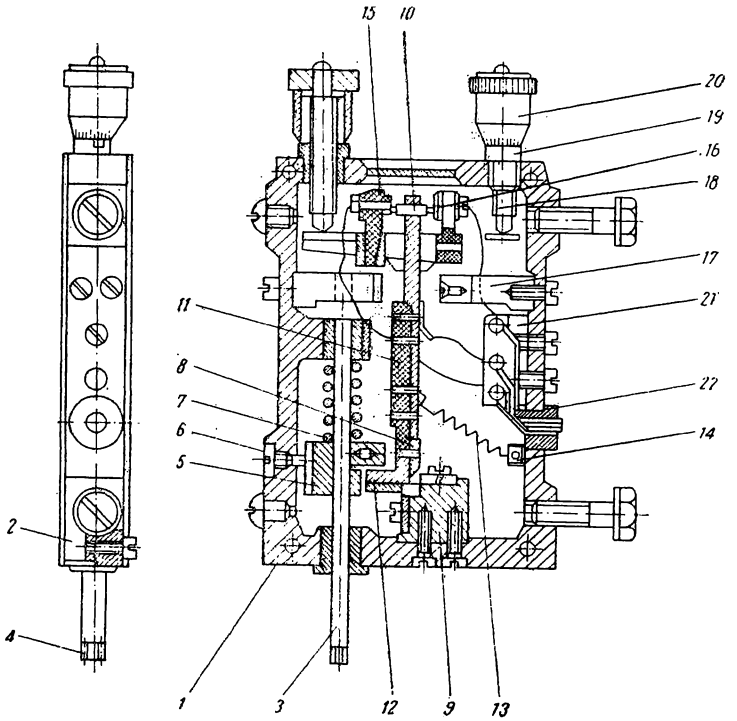


Fig. 3.87. Traductor de dimensiune cu contact electric cu pîrghie.

În fig. 3.87 este reprezentată schema constructivă a unui traductor cu contact electric cu pîrghie. În corpul acestuia *1*, sînt presate două bucșe de ghidare, care servesc pentru deplasarea palpatorului prevăzut la capăt cu o bilă *4*. Mecanismul traductorului se închide etanș cu capacul *2*. Traductorul se fixează cu șuruburi ; pe palpatorul *3* este fixat jugul *5*, cu suprafața ridată *12*, a pîrghiei *8*, pe care se reazemă bila. Șurubul *6* servește ca pană de ghidare pentru jug. Efortul de măsurare a dimensiunii se creează cu ajutorul arcului *7*. Pîrghia *8* este suspendată de sabotul *9*, cu ajutorul unei articulații elastice în cruce ; contactul de wolfram *10* este fixat de capătul pîrghiei, iar pîrghia *8* cu contactul mobil sînt izolate față de corpul traductorului cu brida de textolit *11*. Arcul *13*, fixat pe urechea *14*, trage pîrghia înspre dreapta. Contactele fixe *15* se execută din wolfram și se fixează în bucșe de alamă montate în bridele de textolit *16*. Pîrghiile de reglare sînt fixate pe consolele *17*. Șuruburile de re-

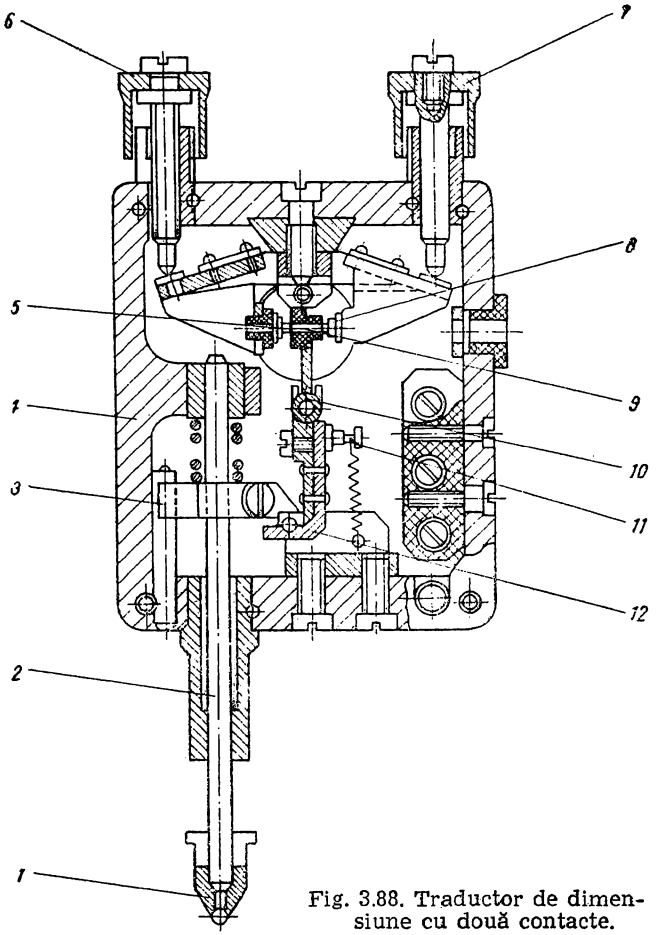


Fig. 3.88. Traductor de dimensiune cu două contacte.

glare *18* se înșurubează în bucșele crestate *19*. Capetele *20* ale șuruburilor sînt prevăzute cu diviziuni pe partea înclinată. Contactele sînt montate pe panoul *21*, de la care capetele lor sînt duse la bucșa de izolare din textolit *22*.

În practică, afară de traductoarele de dimensiune cu un contact sînt folosite curent traductoarele de dimensiune cu două, cu trei sau mai multe contacte.

În fig. 3.88 este reprezentată schema unui traductor cu două contacte, destinat controlului automat al dimensiunilor pieselor (ovalitate, rectilinitate, generatoare, paralelism etc.).

Traductorul constă din corpul *4*, palpatorul *2*, cu jugul *3*, pîrghiile de contact *10* și *12* articulate (contact flotant) și două contacte electrice *5* și *9*. În vederea măsurării diferenței dintre două dimensiuni, traductorul se reglează astfel încît în momentul aflării vîrfului *1*, la dimensiunea limită superioară (tija traductorului *2*, se află în poziția superioară), contactul *8* să atingă contactul *9*. În această poziție a contactelor *8* și *9*, contactul este retras la o distanță ce corespunde valorii toleranțelor la diferența dimensiunilor. Dacă în procesul de măsurare diferența dintre dimensiunea maximă și minimă este mai mică decît toleranța prescrisă, contactele *5* și *8* se închid, iar în caz contrar se închide contactul care semnalizează rebutul. Dacă după atingerea contactelor *8* și *9* sau a contactelor *5* și *8*, tija va continua să se ridice sau să coboare, pîrghiile de contact *10* și *12* se vor deplasa una în raport cu cealaltă (unghiul dintre ele variază). Poziția *10* și *12* se fixează cu ajutorul arcului plat *11*. Rotirea realitivă a pîrghiilor este limitată de furca părții superioare a pîrghiei, în care intră bosajul pîrghiei *10*. În aceste condiții existența unei îmbinări articulate permite stabilirea diferenței dintre cele două dimensiuni (ovalitatea, paralelismul etc.), independent de variațiile dimensiunilor piesei. Reglarea traductorului la toleranța corespunzătoare se face cu ajutorul șuruburilor micrometrice cu gradații *6* și *7*.

Traductoarele de forță se caracterizează prin aceea că impulsul apare atunci cînd forțele care acționează în mecanismele corespunzătoare ale mașinii sau presiunea agentului motor ating o anumită valoare. În fig. 3.89 este reprezentată schema unui traductor de forță de tip electromecanic.

Așa cum se vede în figură, el se compune din două semicuplaje cu gheare teșite *7* și *2*, care leagă între ei arborii *1* și *4*. În momentul în care forțele din dispozitivul de acționare ating o valoare dată, semicuplajul *2* este împins spre dreapta învingînd forța arcului. În acest caz pîrghia *5* se rotește și acționează asupra microlimitatorului *6*. Traductoarele de acest tip prezintă dezavantajul că, din cauza diferenței dintre coeficienții de frecare în repaus și în mișcare, semicuplajul *2* se mișcă sacadat. Acest inconvenient este înlăturat de **traductoarele de tip electrohidraulic** (fig. 3.90). La acest tip de traductor, lichidul sub presiune pătrunde în camera *4* de jos a traductorului sub membrana *3*. În momentul în care presiunea din circuit atinge valoarea necesară, membrana se încovoaie și deplasează tija *2* în sus, silind-o să acționeze tija microlimitatorului *1*. Un asemenea traductor este destinat circuitelor hidraulice ale mașinilor-unelte cu o presiune cuprinsă între 1 și 6 daN/cm^2.

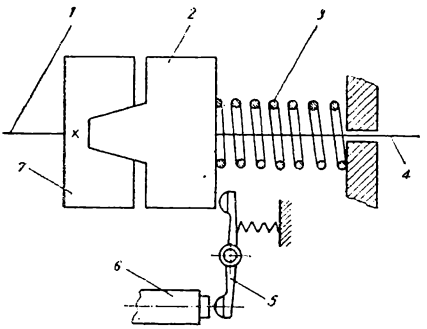


Fig. 3.89. Traductor de forță electromecanic.

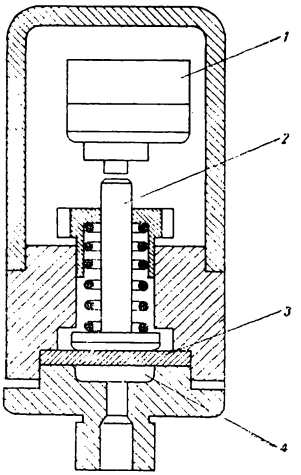


Fig. 3.90. Traductor de forță electrohidraulic.

Din punct de vedere al rapidității acționării, **traductoarele pneumatice** nu sînt inferioare celor hidraulice. În fig. 3.91 este reprezentat un traductor de forță de tip electropneumatic cu contacte și mercur folosit în mod curent la mecanismele de copiere ale mașinilor de copiat.

Generatorul *1* produce la borne o tensiune constantă a cărei polaritate variază în funcție de înfășurarea de excitație pe care o alimentează. Stabilirea curentului de excitație într-una sau mai multe înfășurări depinde de poziția mercurului aflat în tubul *2*, în formă de U, în care sînt sudate contactele *3*, *4* și *5*. Contactele *3* și *5* se află la partea superioară a celor două ramuri ale tubului, la care se leagă cîte unul din capetele înfășurării de excitație. Arcul *6* acționează asupra sistemului de pîrghii *9*, astfel încît deplasările palpatorului *10* al traductorului să se transmită clapetei *7*. În cazul în care clapeta *7* se deplasează spre ajutajul *8*, are loc obturarea acestuia, favorizînd creșterea presiunii aerului pe suprafața mercurului stabilind legătura electrică între contactele *4* și *5*; în acest caz se produce conectarea releului electric Rl_2. Aceasta face ca generatorul *1*, a cărei înfășurare de excitație este alimentată, să producă o tensiune la borne, care alimentînd un motor de curent continuu, permite acționarea în sensul apropierii palpatorului *10* de șablonul *11*. Șablonul acționează asupra palpatorului *10*, favorizînd deschiderea ajutajului *8*, prin îndepărtarea clapetei *7*, presiunea aerului creată pe suprafața mercurului scade și la un moment dat mercurul

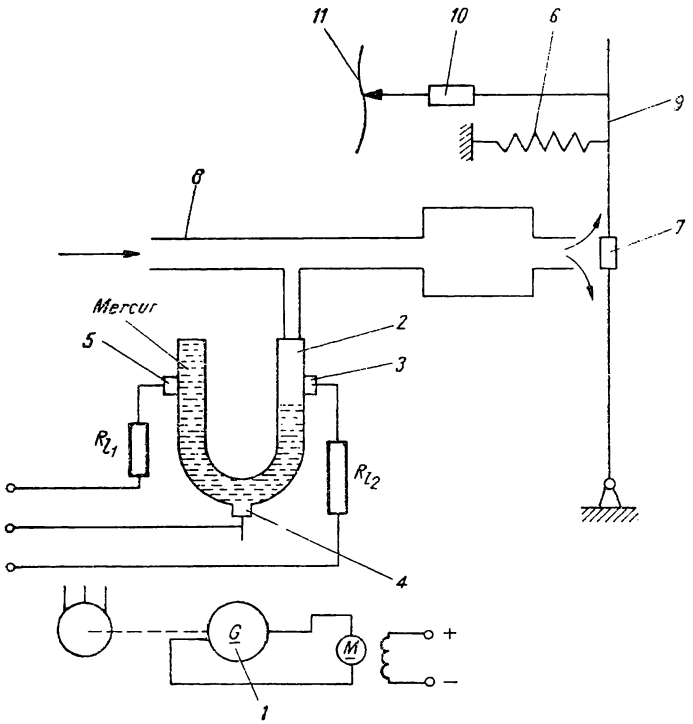


Fig. 3.91. Traductor electropneumatic cu contacte și mercur.

din cele două brațe ale tubului în formă de U va fi coborît sub contactele *3* și *4* la același nivel. Acest lucru face ca generatorul *1* să nu mai producă tensiune la borne, determinînd oprirea motorului de acționare.

În cazul cînd șablonul *11* prezintă denivelări pe suprafața de contact cu palpatorul *10* al traductorului, clapeta *7* va permite deschiderea completă a ajutajului, favorizînd ridicarea nivelului cu mercur în brațul tubului cu contactul *3*, legat direct cu ajutajul *8*, stabilind legătura electrică între contactele *3* și *4*. Aceasta provoacă conectarea releului Rl_1, determinînd astfel alimentarea celeilalte înfășurări de excitație a generatorului *1*, favorizînd astfel apariția la bornele lui a unei tensiuni de sens contrar. Din această cauză, motorul de curent continuu se va roti în sens invers. Aceste tipuri de traductoare sînt caracterizate prin aceea că în exploatare necesită alimentarea cu aer comprimat la o presiune constantă.

Traductoarele de viteză au rolul să transmită un impuls de comandă în cazul cînd viteza cu care se mișcă un anumit element al mașinii devine mai mare sau mai mică decît viteza prescrisă. Cel mai frecvent utilizate în practică sînt traductoarele de viteză de tip electric, care în funcție de principiile de funcționare pot fi : centrifugale, inductive, sau de tipul tahometric.

În sistemele de comandă în funcție de viteza mașinii, organul de comandă cel mai simplu este traductorul centrifugal. Acest tip de traductor se bazează pe utilizarea forței centrifugale ce ia naștere în timpul funcționării utilajului. La o viteză de rotație anumită, sistemul de contacte al traductorului declanșează sub acțiunea forței centrifuge a unor greutăți speciale. Traductoarele centrifugale de viteză se întîlnesc, de obicei, la mecanismele de comandă ale mașinilor-unelte de tip mai vechi, locul lor fiind luat de traductoarele inductive.

În fig. 3.92 este reprezentată schema unui traductor inductiv. Axul *1* al traductorului este legat de axul motorului electric a cărui turație trebuie controlată. Pe acest ax se fixează un magnet permanent în formă de cilindru (magnetul permanent se confecționează dintr-un aliaj special de feronichel).

Pe axul *1* se mai montează în lagăre separate și un inel *3*, în interiorul căruia se află înfășurarea *4* similară cu înfășurarea rotorului în scurtcircuit al motorului asincron. În momentul rotirii magnetului, în barele înfășurării *4* se induce o tensiune electromotoare, favorizînd apariția unui curent, care determină la rîndul său apariția unei forțe de interacțiune între curent și cîmpul magnetic. Inelul *3* se va roti în direcția rotirii cîmpului magnetic și, de asemenea, rotorul motorului asincron începe să se rotească după cîmp. În timpul rotirii inelului *3* în jurul axului *1*, tachetul *5* va apăsa (în raport cu sensul de rotație al motorului), fie sistemul de contacte *6*, fie sistemul *7*. Dacă turația motorului se micșorează pînă la oprire, tachetul *5* încetează de a apăsa pe arcurile de contact a bornelor *2*, *8* sau *9*, iar sistemul de contacte revine în poziția normală. Traductorul este legat de arborele motorului printr-un sistem de antrenare prevăzut cu o șaibă elastică. Traductoarele de viteză cu inducție sînt destinate să lucreze la turații de 900—3 000 rot/min.

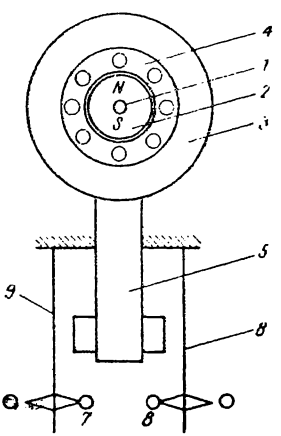


Fig. 3.92. Traductor de viteză cu inducție.

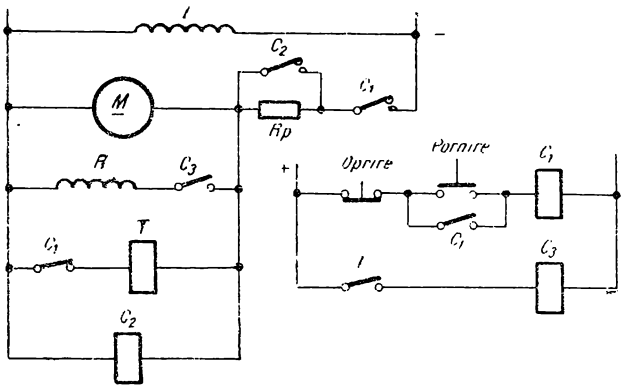


Fig. 3.93. Schema parțială de conexiuni a unui motor de putere mică cu excitație independentă.

În practică traductoarele de viteză cu inducție sînt utilizate pentru automatizarea proceselor de pornire ale mașinilor-unelte, pentru acționarea frînării în contracurent a motorului electric asincron, pentru deconectarea motorului de antrenare de la rețea cînd turația scade sub o anumită valoare sau s-a oprit.

În fig. 3.93 este reprezentată parțial schema comenzii unui motor electric de putere mică, cu excitație independentă utilizat la acționarea mașinilor-unelte.

Prin apăsarea butonului *„Pornire"* anclașează contactorul C_1. Motorul M se conectează la rețea prin rezistența de pornire Rp și viteza începe să crească.

Cînd turația motorului a ajuns la o anumită valoare corespunzătoare valorii tensiunii de anclașare, contactorul C_2 anclașează scurtcircuitînd rezistența de pornire, pornirea este terminată și motorul funcționează normal. La apăsarea butonului *„Oprire"* se produce declanșarea, iar contactorul C_1 acționează traductorul T și contactorul C_3, determinînd începutul frînării dinamice. Cuplul de frînare va scădea direct proporțional cu viteza motorului. La viteze mici, cînd și tensiunea electromotoare este mică și egală cu tensiunea de eliberare a traductorului de frînare dinamică T, traductorul va deschide contactul său din circuitul bobinei contactorului C_3. Contactorul va declanșa și frînarea va continua sub acțiunea cuplului static.

În sistemul de comandă automată ale mașinilor-unelte, pe lîngă traductoarele inductive se utilizează și **traductoare sau generatoare tahometrice,** care sînt de fapt niște mașini de curent continuu cu

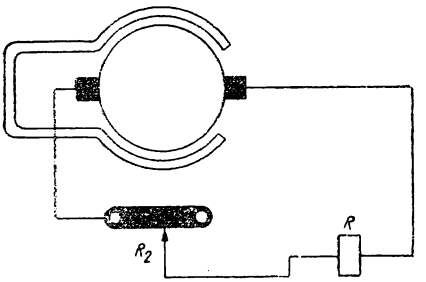


Fig. 3.94. Traductor tahometric.

flux magnetic permanent. Indusul mașinii este solidar cu axul mașinii a cărui turație trebuie controlată. Forța generatorului (traductorului tahometric) este proporțională cu turația indusului.

În fig. 3.94 este reprezentată schema de principiu a unui traductor tahometric.

Periile generatorului se leagă la un releu intermediar *R*, care acționează contactele în momentul în care turația generatorului tahometric atinge o anumită valoare. Prin variația rezistenței *R 2* se poate modifica valoarea turației rotorului pentru care intră în funcțiune releul intermediar. Aceste traductoare permit măsurarea turațiilor de la distanță la mai multe axe ale mașinilor-unelte.

Traductoarele de timp au rolul de a întîrzia transmiterea comenzilor cu o perioadă de timp, aceasta fiind determinată și condiționată de inerția traductorului sau de forțele de frecare ce apar în timpul deplasării mecanismelor. În practică trebuie ținut seama că în unele cazuri mișcarea unor mecanisme ale mașinilor-unelte trebuie să se facă cu o anumită întîrziere între două deplasări succesive (cum este cazul săniilor la strunguri), în vederea obținerii unui grad de netezire a suprafeței piesei prelucrate. O astfel de mărire a întîrzierii acțiunii traductorului poate fi realizată fie prin mărirea inerției elementului de măsură al traductorului, fie prin mărirea forțelor de frecare sau prin introducerea în sistemul traductoarelor a elementelor cu proces ciclic de funcționare, reglabile.

În mod obișnuit traductoarele de timp sînt folosite pentru automatizarea proceselor tehnologice sau pentru automatizarea pornirii motoarelor electrice de acționare.

În schemele de acționare ale mașinilor-unelte sînt folosite traductoare de timp de tip mecanic (pendular), pneumatic etc.

În cazul cînd sînt necesare temporizării mari se folosesc sisteme mecanice de întîrziere. În acest scop o largă utilizare o au traductoarele de timp cu pendul.

În fig. 3.95 este reprezentat un traductor de timp de tip pendular. Cînd prin bobina *12* a electromagnetului trece un curent electric, armătura *11* este atrasă spre bobină și cu ajutorul punții *9* deplasează prin intermediul arcului *13* tija *8*, legată printr-o articulație cu pîrghia *14*. Sectorul dințat *5*, al pîrghiei *14*, angrenează cu

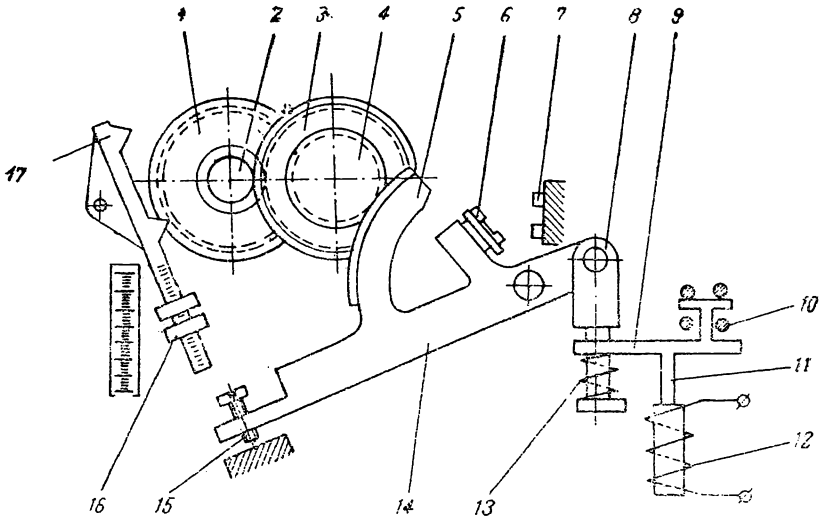


Fig. 3.95. Traductor de timp de tip pendular.

roata dințată *4*. Rotindu-se împreună cu pîrghia, roata *4* transmite mișcarea de rotație la roata de ancoră *1* (prin angrenajul *3-2*). Mișcarea pîrghiei este reținută de mecanismul cu ancoră, deoarece roata *1* se poate roti numai cu un singur dinte la fiecare oscilație dublă a pendulului *17*. În momentul în care ultimul dinte al sectorului *5* iese din angrenare cu roata *4*, pîrghia *14* își continuă rapid mișcarea de rotație închizînd contactul *6-7*. Afară de contactele *6-7*, cu întîrziere la închidere, traductorul mai este prevăzut și cu contactul *10*, cu acțiune instantanee în momentul conectării traductorului.

Reglarea grosieră a întîrzierii se face cu ajutorul șurubului *15*, care permite modificarea unghiului cu care se rotește pîrghia pînă în momentul cînd sectorul dințat iese din angrenare cu roata *4*. Reglarea fină se realizează prin deplasarea piulițelor *16*, în lungul pendulului. În momentul în care se întrerupe curentul prin bobină, pîrghia *14* revine în poziția inițială sub acțiunea greutății proprii, favorizînd deschiderea contactului *6-7*.

Traductoarele de timp realizează o temporizare (durată de timp) de 2—10 secunde.

Traductorul de timp pendular, datorită simplității constructive, ușurinței montării și demontării, a unei întrețineri și reglări ușoare a cunoscut o largă utilizare în acționările electrice ale mașinilor-unelte. Totuși acest tip de traductor prezintă dezavantajul că nece-

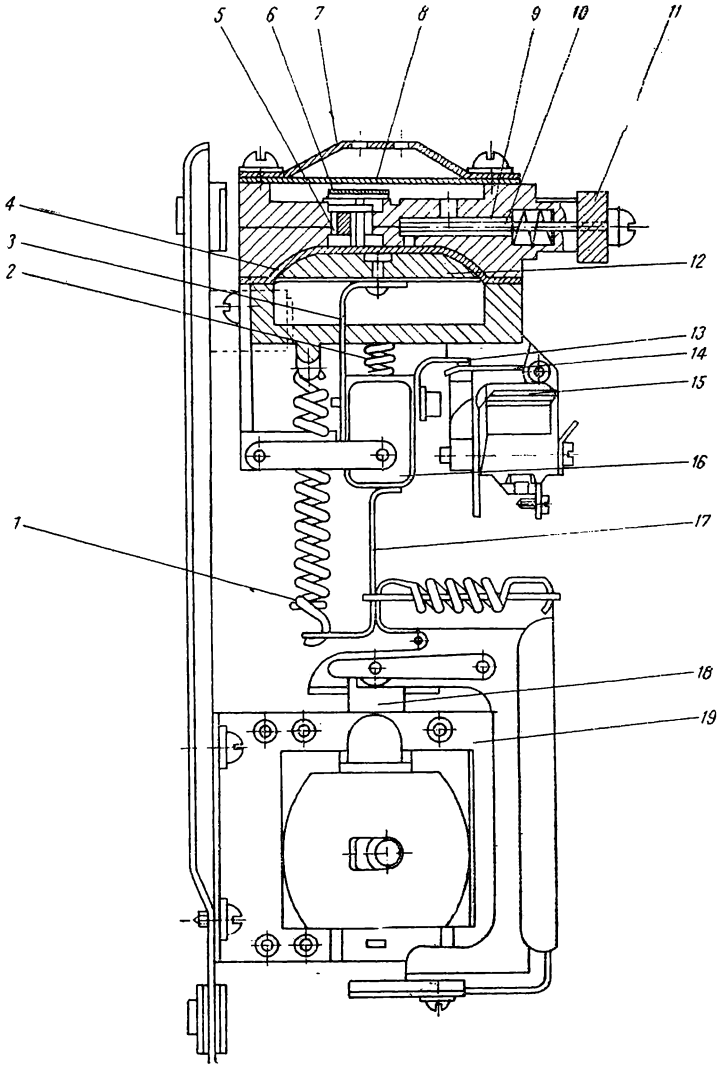


Fig. 3.96. Traductor de timp de tip pneumatic.

sită o prelucrare foarte îngrijită a pieselor mecanismului de ancoră (care îngreuiază confecționarea lor), capătă o uzură rapidă a părților mobile ceea ce limitează numărul anclașărilor la 50 000—100 000, necesită așezarea în poziție strict verticală ; o mică abatere chiar de cîteva grade față de verticală provoacă o eroare destul de mare a întîrzierii de timp. În prezent aceste dezavantaje sînt înlăturate de **traductoarele de timp de tip pneumatic,** care au căpătat o utilizare foarte largă în acționările electrice ale mașinilor-unelte.

În fig. 3.96 este reprezentat un traductor de timp de tip pneumatic. În cazul cînd bobina electromagnetului *19* este deconectată, armătura acestuia se află în poziția de sus. Arcul de rapel *1* este în acest caz strîns și prin intermediul reazemului *17,* al sabotului *16* și al tijei *3,* menține pistonul *12* (în formă de ciupercă) și placa *13,* în poziția limită de sus. În acest caz, pîrghia *14* și știftul *15* al microlimitatorului sînt libere, astfel încît contactele microlimitatorului ocupă poziția lor normală, arcul *2* este comprimat, membrana de cauciuc *4* este împinsă în sus, iar camera de aer aflată deasupra membranei are un volum minim. La conectarea bobinei electromagnetului *19,* armătura *18,* este atrasă în jos, reazemul *17* eliberează sabotul *16,* iar arcul *2* și *4* silesc pistonul *12* să se deplaseze în jos. Pistonul coborînd creează o depresiune în camera de deasupra membranei și de aceea se deplasează mai încet decît reazemul *17.* Rămînerea în urmă, deci întîrzierea, este cu atît mai mare cu cît orificiul *9,* reglat cu ajutorul piuliței *11* și știftului *10,* este mai mic. În poziția de jos a pistonului, placa *13,* de pe sabotul *16,* apasă prin intermediul pîrghiei *14* asupra știftului *15* al microlimitatorului acționînd contactele acestuia. La deconectarea electromagnetului, arcul *1* împinge pistonul *12* în sus și acesta, deformînd membrana evacuează în atmosferă aerul din cameră prin intermediul orificiului *5,* supapei *6,* filtrului *8* și orificiilor *7* din capac. În ambele cazuri impulsul trimis de traductor trebuie atenuat înainte de a fi transmis mai departe la organul de execuție. Atenuarea impulsurilor electrice se obține cu ajutorul transformatoarelor sau al rezistențelor, iar a celor pneumatice prin micșorarea presiunii sau a debitului. În acest caz se folosesc supape de reglaj.

Traductoarele de timp de tip pneumatic, pe lîngă avantajele menționate, prezintă dezavantajul că în cazul unei întreruperi mai mari a funcționării și în situația în care conținutul de umiditate al aerului comprimat este mare, suprafețele active ale pistonului se oxidează îngreunînd mișcarea acestuia în timpul lucrului ; de asemenea, au o construcție mai complexă decît în cazul traductorului de timp cu pendul.

Întreținerea și repararea mecanismelor traductoare

Întreținerea și repararea impune executarea unei verificări corespunzătoare bazată pe cunoașterea mecanismului și a duratei de funcționare, în raport cu gradul de solicitare și condițiile de lucru la care este supus în instalația respectivă.

În practică, defectele survenite se manifestă sub diferite forme, iar pentru găsirea și înlăturarea cauzelor care determină aceste defecțiuni, este necesar să se efectueze periodic revizii și reglaje ale mecanismelor traductoare utilizate în schemele de comandă automată ale mașinilor-unelte. Dacă mecanismele traductoare sînt bine întreținute, ele funcționează timp îndelungat și sigur, necesitînd doar verificarea periodică, curățarea și înlocuirea pieselor uzate.

Întreținerea traductoarelor se reduce, în general, la verificarea și întreținerea legăturilor de contact permanente (care nu se deschid), a contactelor mobile, a electromagneților, a mecanismelor aparatului (axele, resoartele, blocajele mecanice etc.) inelelor colectoare, periilor de contact, izolației părților prin care trece curentul etc.

Contactele slăbite sau oxidate se încălzesc în timpul lucrului, din care cauză la verificarea și reglarea lor, trebuie să se aibă în vedere îndepărtarea de pe suprafața lor a umezelii, prafului, negrelei sau oxizilor, iar la efectuarea reglajului, o importanță deosebită o are înlăturarea ruperilor repetate a contactelor normal închise și strîngerea arcurilor de rapel. Strîngerea arcurilor trebuie făcută în raport de tipul traductorului, urmărindu-se ca aceasta să fie în așa fel făcută, încît apăsarea pe contacte să fie constantă și uniformă. Dacă strîngerea este prea mare, poate duce la blocarea mecanismului și invers, dacă este slabă, aparatul funcționează defectuos favorizînd producerea scînteilor între contacte și perlarea acestora.

Un rol important îl are calitatea suprafețelor elementelor de oscilație a armăturii și miezului electromagneților, care trebuie să fie perfect netede și curate. Suprafețele miezului și armăturii trebuie să fie adiacente, deoarece în caz contrar, marginea miezului îndoaie plăcuța magnetică. Plăcuțele magnetice nu trebuie să prezinte deformații sau umflături. Deformațiile plăcuțelor se înlătură prin presarea lor între două plăci netede de oțel.

O deosebită atenție trebuie acordată temporizării traductorului, care poate fi reglată în funcție de condițiile de exploatare și de tipul traductorului.

În cazul traductoarelor de tip pneumatic, reglarea se face cu ajutorul știftului și puntițelor, care reglează secțiunea canalului de ad-

misie a aerului din mediul exterior în camera formată deasupra membranei de cauciuc (vezi fig. 3.96). În ce privește traductoarele de tip pendular, reglarea temporizării se face prin modificarea poziției greutății pendulului precum și prin modificarea lungimii cursei sectorului cu ajutorul șurubului de reazem (vezi fig. 3.95).

Temporizarea traductoarelor pneumatice cu mercur se realizează prin reglarea mărimii orificiului de ieșire a aerului din ajutajul traductorului prin intermediul clapetei și arcului de acționare a acesteia. Tensiunea arcului se reglează după necesitate.

Reglajul traductoarelor de dimensiune are în vedere, de obicei, reglarea la toleranța corespunzătoare în raport cu gabaritul piesei de executat. Aceasta se face cu ajutorul unor piese etalon acționînd șuruburile micrometrice cu care sînt prevăzute traductoarele de acest tip. La traductoarele electromagnetice, temporizarea se realizează variind grosimea garniturii (plăcii) nemagnetice a armăturii (reglaj în trepte) sau schimbînd tensiunea arcului de rapel (reglaj fix). Cu cît arcul este întins mai mult cu atît temporizarea va fi mai mică și invers.

Valoarea tensiunii aplicate la înfășurarea traductorului are, de asemenea, influență asupra temporizării.

În practică traductoarele cu electromagneți prezintă, de obicei, următoarele defecte caracteristice :

— împiedicarea armăturii din cauza asamblării defectuoase,

— montarea arcurilor cu o rigiditate prea mare,

— montarea incorectă a bobinelor,

— întreruperea spirei în scurtcircuit pentru eliminarea vibrațiilor,

— vibrații ale electromagnetului,

— gripaje sau înțepeniri ale armăturii.

Aceste defecte se înlătură prin corectarea asamblării armăturii electromagnetice, reglarea tensiunii arcurilor la valorile corespunzătoare, verificarea și remedierea defecțiunii de montaj a bobinelor.

În cazul întreruperii spirei de scurtcircuit, pentru eliminarea vibrațiilor, remedierea constă în înlocuirea acesteia. Pentru înlăturarea vibrațiilor apărute în timpul funcționării, se va urmări starea strîngerii șuruburilor de fixare ; cele slăbite se strîng și se asigură cu șaibe împotriva slăbirii accidentale.

O deosebită atenție se va acorda locașului în care lucrează armătura, acesta se va curăța, după care se manevrează manual pînă cînd se constată funcționarea normală a armăturii, apoi se execută reglarea funcționării traductorului.

3.3.7. AMPLIFICATOARE

În sistemele de comandă automată a mașinilor-unelte, traductoarele, datorită dimensiunilor mici pe care le au, limitează valoarea curenților care se pot închide prin contactele lor. Din aceste considerente, în practică, sînt necesare mecanisme amplificatoare, care conectate între sursa de energie și elementul care trebuie comandat, permit dezvoltarea unei puteri mari la bornele acestuia, prin amplificarea puterii de comandă care este mult mai mică.

Din punct de vedere constructiv, amplificatoarele pot fi : electromecanice, magnetice, electronice, ionice, pneumatice și hidraulice.

În cele ce urmează se vor analiza tipurile de amplificare electrice, frecvent utilizate în sistemele de comandă automată ale mașinilor-unelte.

Amplificatoare electromecanice sînt mașini electrice de tipul amplidinei, rototrolului etc. Aceste mașini au un coeficient mare de amplificare și pot realiza puteri suficient de mari pentru comanda motoarelor electrice folosite la acționarea mecanismelor de avans ale mașinilor-unelte, permițînd în același timp și reglarea continuă a turației și puterii de acționare.

Amplidina este un generator de curent continuu cu cîmp transversal avînd pe motor o înfășurare tipică motoarelor de curent continuu. Circuitul magnetic fiind executat cu poli aparenți sau înecați. Acest tip de amplificatoare sînt utilizate, în general, la tipurile de mașini-unelte de construcție mai veche.

În sistemele de comandă automată a mașinilor-unelte, pe lîngă tipurile de amplificatoare electrice menționate mai sus, o largă utilizare au căpătat sistemele de amplificare magnetică.

Amplificatoarele magnetice sînt folosite în general pentru reglarea turației și a sensului de rotație al motoarelor, pentru efectuarea diverselor comutări în locul aparatelor cu contacte la mașinile-unelte din grupa strungurilor, mașinilor de frezat, de rectificat, mașini de prelucrat prin presare etc.

Amplificatorul magnetic de tipul cel mai simplu se prezintă sub forma unui miez de fier pe care se află două bobine. O bobină se conectează la un circuit de curent continuu, iar cealaltă la un circuit de curent alternativ.

În fig. 3.97 este reprezentată o secțiune printr-un amplificator de construcție simplă cu o largă utilizare practică, care constă în general din două pachete de tole de fier *1* în formă de E, pe care se execută înfășurările de curent alternativ *2*, iar înfășurările de co-

mandă (pentru curent continuu) se aplică pe ambele pachete. Schema electrică a acestui tip de amplificator este reprezentată în fig. 3.97, *a*.

În procesul de acționare al mașinilor-unelte o deosebită importanță trebuie acordată reglării turației motoarelor electrice de antrenare. În fig. 3.98 este reprezentată schema unui variator de turație cu un amplificator magnetic utilizat pentru comanda și reglarea turației unui motor electric de curent continuu, care acționează o mașină-unealtă. Pe același ax cu motorul *M*, se găsește cuplat generatorul tahometric *GT* a cărui tensiune *Ud* la borne este proporțională cu turația sa.

Secundarul transformatorului Tr_1 alimentează motorul *M* prin intermediul redresorului Rd_1. În același secundar se găsesc intercalate în amonte de redresor bobinele de curent alternativ B_1 și B_2 ale amplificatorului magnetic *Am*, precum și bobina de curent continuu BC_1 a aceluiași amplificator în serie cu motorul *M*.

Secundarul transformatorului Tr_2, alimentează reostatul potențiometric *Rp* prin care se poate regla tensiunea alternativă *Uo* aplicată redresorului Rd_2. Circuitul de curent continuu al acestui redresor are intercalată bobina BC_2 de curent continuu a amplificatorului magnetic *Am* și indusul generatorului tahometric. Secundarul transformatorului Tr_2 dă o tensiune absolut constantă, care se obține cu ajutorul regulatorului automat de tensiune *RT*.

Dacă se fixează cursorul reostatului Rp într-o anumită poziție, turația motorului *M* se menține în mod automat constantă la o valoare, care depinde de poziția cursorului.

Pentru o anumită turație a motorului *M*, deci și a generatorului tahometric *GT* se obține o anumită tensiune *Ud* la bornele acestui generator.

Tensiunea *Ud* se găsește în opoziție cu tensiunea continuă *Uo* pe care o produce redresorul Rd_2. Curentul, care parcurge circuitul generatorului tahometric și al bobinei BC_2, în sensul săgeții *1*, permis de redresorul *Rd*, depinde de diferența *U'o—Ud* dintre tensiunile respective. Dacă la un moment dat turația motorului *M* scade, tensiunea *Ud* scade, diferența *U'o — Ud* dintre cele două tensiuni în opoziție crește. Curentul în bobina BC_2 crește și el. Permeabilitatea magnetică a miezului de fier și deci inductanța proprie a bobinelor B_1 și B_2 se micșorează, astfel că tensiunea la bornele redresorului Rd_1 și deci la bornele motorului *M* crește, aducînd turația motorului la valoarea inițială. La fel, dacă turația motorului *M* are la un moment dat tendința să crească, este readusă la valoarea reglată prin poziția reostatului *Rp*.

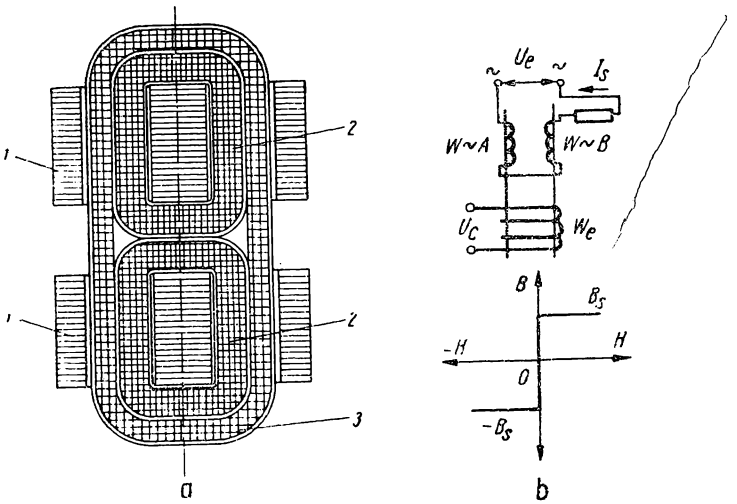


Fig. 3.97. *a* — Secţiune printr-un amplificator magnetic; *b* — schema electrică a amplificatorului magnetic.

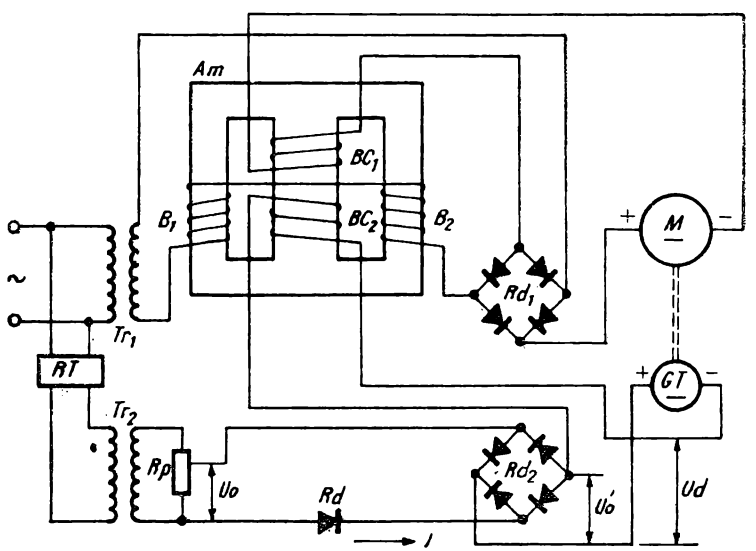


Fig. 3.98. Schema unui variator de turaţie cu amplificator magnetic.

Dacă se fixează cursorul reostatului *Rp* într-o poziție, motorul *M* capătă o altă turație, care însă se menține constantă atît timp cît cursorul reostatului rămîne în aceeași poziție.

Utilizarea amplificatorului magnetic în sistemul generator-motor permite lărgirea foarte mult a limitelor de reglare a acestui sistem ; folosirea permaloydului pentru confecționarea miezului amplificatoarelor electromagnetice a permis realizarea de amplificatoare cu pierderi mici și acțiune rapidă, puterile lor variind între fracțiuni de watt pînă la cîteva sute de kilowați.

Amplificatoarele magnetice posedă o serie de calități care au determinat utilizarea lor tot mai mult în sistemele de comandă și de reglare automată.

Dintre acestea se menționează : întreținerea ușoară și siguranță în exploatare datorită lipsei totale a oricăror părți mobile, insensibilitate față de trepidații, suportarea sarcinilor o perioadă mare de timp, stabilitate bună la variațiile de temperatură, urmează și la variațiile tensiunii de alimentare, funcționare fără zgomot.

Așezarea pe miez a cîtorva bobine de magnetizare dă posibilitatea amplificatoarelor magnetice să realizeze la intrare cîteva impulsuri de comandă, obținîndu-se impulsul de comandă la ieșire în funcție de parametrii de comandă.

Dezavantajul amplificatoarelor magnetice constă în aceea că la frecvența de 50 Hz au o inerție relativ mare. Astfel, constanta de timp a amplificatoarelor magnetice variază de la cîteva fracțiuni de milisecundă pînă la cîteva secunde. Au de asemenea greutăți și gabarite mari, în condițiile lucrului la frecvența industrială. Îmbunătățirea caracteristicilor amplificatoarelor în ce privește micșorarea inerției, a gabaritului și greutăților se realizează prin alimentarea lor cu o tensiune de frecvență mărită. Datorită posibilităților mari de reglare și a unei stabilități bune în ce privește funcționarea în exploatare, amplificatoarele magnetice pot fi folosite cu succes ca înlocuitori a mașinilor electrice amplificatoare.

Întreținerea și repararea mașinilor electrice amplificatoare

Se are în vedere întreținerea pieselor de contact, a colectorului, a periilor și inelelor colectoare, precum și păstrarea lor într-o perfectă stare de curățenie. În exploatare, se impune o atentă protejare a mașinii împotriva pătrunderii prafului, impurităților mecanice sau a umezelii, pentru evitarea distrugerii izolației.

Fiecare mașină electrică amplificatoare trebuie supusă înaintea reglării sistemului de comandă al acționării electrice, unui reglaj

individual pe baza unui program bine stabilit de întreținere, care constă în :

— curățirea și suflarea cu aer a mașinii, după care se verifică mersul liber,

— verificarea stării izolației înfășurărilor față de carcasă și între ele,

— măsurarea rezistențelor în curent continuu a înfășurărilor rezistenței de șuntare,

— verificarea polarității ieșirilor înfășurărilor.

Un rol important îl are calitatea periilor ; de aceea ele se supun operațiilor de rodare la mersul în gol al mașinii, după care se orientează, dîndu-le orientarea pe axa neutră electrică.

În exploatare periile colectoare se pot înțepeni în caseta portperie, fie din cauza slăbirii arcurilor de apăsare, fie din cauza pătrunderii prafului sau impurităților mecanice între perie și pereții casetei portperie, din care cauză se produc scîntei între perie și colector, ceea ce are ca efect erodarea sau apariția negrelei pe colector, și uzură rapidă și neuniformă a periei. În acest caz se demontează peria înțepenită și se curăță caseta portperie, se verifică ca toate periile să meargă ușor în casete și să calce uniform pe suprafața colectorului. Negreala și eroziunile apărute pe suprafața colectorului se îndepărtează prin șlefuire cu ajutorul unei coale sticlate (smirghel). După curățire se montează periile și se reglează presiunea arcurilor în așa fel ca apăsarea să fie uniformă pe toate periile colectoare.

Scîntei la colector pot apărea și din cauza străpungerii izolației dintre lamelele colectorului sau pătrunderii prafului de grafit în spațiul dintre lamele. Se verifică starea izolației și se curăță de grafit spațiul dintre lamele. Dacă la colector apar rizuri și dungi, ori se constată ovalități se procedează la strunjirea colectorului (vezi subcap. 3.14).

O deosebită atenție trebuie acordată în exploatare reglării și verificării amplicatoarelor magnetice. Programul de verificare și reglare al amplificatorului magnetic depinde de tipul său constructiv și are în vedere o serie de operații cum sînt : verificarea calității asamblării după reparație, precum și starea strîngerii și asigurării piuliților de la șuruburile de asamblare. La amplificatoarele magnetice cu două pachete, în condițiile unui circuit magnetic deschis trebuie verificat ca ambele pachete să aibă aceeași mărime (trebuie să aibă același număr de tole). Funcționarea amplificatoarelor magnetice depinde foarte mult de siguranța legăturilor cu buloane, sau a calității lipiturilor capetelor bobinelor la placa de borne (aceasta se verifică printr-o examinare exterioară și prin mișcarea capetelor

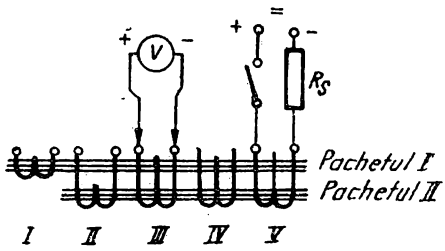


Fig. 3.99. Schema pentru controlul polarității înfășurărilor prin inducție.

conductoarelor). De asemenea, se încearcă izolația înfășurărilor în raport cu circuitul magnetic, cît și izolația între înfășurări și carcasa de protecție, cu ajutorul unui megohmetru. Rezistența de izolație trebuie să fie de minimum 5 MΩ.

Rezistența înfășurărilor se verifică cu ajutorul punții Wheastone, iar verificarea polarității reciproce a capetelor înfășurărilor se face prin inducție conform schemei reprezentate în fig. 3.99.

Borna pozitivă a unei surse de curent continuu se conectează printr-un întreruptor la capetele uneia din înfășurările de comandă.

În circuitul înfășurării se introduce o rezistență suplimentară *Rs* pentru limitarea valorii curentului, după care se procedează la conectarea succesivă a unui milivoltmetru la capetele celorlalte înfășurări. Dacă polaritatea reciprocă a înfășurărilor a fost indicată corect, în momentul punerii sub tensiune acul voltmetric deviază spre dreapta, iar în caz contrar spre stînga (plusul voltmetrului se leagă la începutul înfășurării) indicînd în acest caz o polaritate inversă, ceea ce impune corectarea ei.

3.3.8. INFLUENȚA DIFERIȚILOR FACTORI ASUPRA CARACTERISTICILOR ECHIPAMENTULUI ELECTRIC

În timpul funcționării utilajelor industriale, pe lîngă solicitările electrice și mecanice pentru care aparatajul electric este calculat și dimensionat, pot să apară și diverse solicitări accidentale.

Astfel, dacă în mediul ambiant în care lucrează aparatele electrice respective, temperatura este foarte ridicată față de temperatura normală de lucru a acestor aparate (fapt ce poate duce la încălzirea bobinelor electromagneților, transformatoarelor, cablurilor, contactelor etc.), se impune folosirea unor tensiuni sau curenți mai reduși. În cazul cînd valorile tensiunii și curentului din circuitele deservite sînt egale cu valorile corespunzătoare, nominale, ale aparatelor, se impune înlocuirea acestora cu aparate electrice ale căror caracteris-

tici sînt superioare, sau folosirea aceloraşi aparate, dar la care se schimbă bobinele cu altele, avînd izolaţii superioare şi dacă este posibil — înlocuirea contactelor cu unele mai puternice.

De asemenea, în mediile ambiante în care apar impurităţi cum ar fi : praful, piliturile metalice, praful de polizor, umezeala, vaporii diferitelor substanţe chimice etc., acestea se pot depune sau se pot forma picături de apă şi de substanţe chimice corodante pe suprafaţa contactelor, bobinelor de acţionare, sau pieselor izolante. În cazul contactelor, aceste substanţe pot coroda suprafeţele de contact, pot împiedica stingerea arcului electric ce se formează la deschiderea circuitelor, conducînd la înrăutăţirea caracteristicilor aparatelor şi în consecinţă, se impune curăţarea acestor contacte după fiecare apariţie a acestor solicitări accidentale.

În cazul depunerii impurităţilor sau prafului pe suprafeţele bobinelor sau pe suprafeţele pieselor izolante se poate ajunge la conturnări cu efecte foarte periculoase, care de multe ori pot provoca distrugerea completă a aparatelor.

De asemenea, o dată cu controlul contactelor aparatelor, suprafeţele bobinelor şi a pieselor izolante se suflă cu aer comprimat, se şterg foarte bine pînă la îndepărtarea completă a impurităţilor sau picăturilor substanţelor condensate şi dacă este nevoie, chiar se usucă în cuptoare pentru a îndepărta orice urmă a solicitării respective.

De obicei este mai indicat ca în cazul apariţiei repetate a acestor anomalii în acelaşi mediu de lucru a diverselor utilaje industriale, să se procedeze la înlocuirea aparatelor electrice iniţiale cu aparate electrice corespunzătoare mediului (chiar dacă acestea costă mai mult), pentru a se asigura funcţionarea continuă a utilajelor respective.

3.4. MECANISME PENTRU ALIMENTAREA, PRINDEREA ŞI FIXAREA PIESELOR

3.4.1. MECANISME PENTRU ALIMENTARE

Mecanismele de alimentare sînt destinate deplasării semifabricatelor din sistemele de acumulare pînă în zona de lucru a sculei şi pentru eliberarea parţială sau totală a muncitorului de participarea directă la alimentarea maşinii în procesul de prelucrare.

Mecanismele de alimentare pot fi o parte constitutivă a mașinii-unelte, așa cum este cazul la mașini-unelte automate specializate pentru producția de serie mare sau de masă, sau pot fi executate ca mecanisme suplimentare cu acționare independentă, folosite pentru automatizarea alimentării cu semifabricate la diferite mașini-unelte universale.

Folosirea mecanismelor de alimentare automate mărește mult productivitatea muncii, deoarece lărgește posibilitățile de deservire concomitentă a mai multor mașini și eliberează pe muncitor de acțiunile monotone, pur mecanice, pentru așezarea semifabricatelor în dispozitivele de prindere ale mașinii.

Toate mecanismele de alimentare automate folosite la mașinile-unelte, în cazul prelucrării semifabricatelor individuale, pot fi împărțite în două grupe : mecanisme de alimentare cu buncăre sau magazine și dispozitive de alimentare pentru transportul direct al pieselor de pe transportor la postul de lucru al mașinii-unelte.

Mecanismele de alimentare din primul tip, pe lîngă funcția lor principală de a transporta semifabricate la mașina-unealtă și de a le așeza la postul de lucru al dispozitivului de prindere mai au rolul de a acumula și depozita un anumit număr de piese, care să permită alimentarea fără întrerupere a mașinii-unelte un anumit interval de timp, independent de funcționarea celorlalte mașini din sectorul de producție respectiv și de condițiile transportului între operații. Aceste mecanisme de alimentare se folosesc în special la mașinile-unelte izolate, independente, însă pot fi folosite și la liniile automate la care buncărele și magazinele servesc ca rezervă de siguranță pentru cazul scoaterii din funcțiune datorită unor defecțiuni a anumitor mașini din linia automată.

Mecanismele de alimentare de tipul al doilea pot fi folosite numai la liniile automate, în condițiile unei funcționări strict sincronizate a transportorului de alimentare cu perioadele ciclurilor de lucru ale mașinilor-unelte. Piesele se fixează în dispozitivele de prindere întotdeauna într-o poziție corespunzătoare condițiilor de centrare a pieselor și formei suprafeței de așezare a dispozitivului de prindere. De aceea, un mecanism de alimentare de orice tip nu servește numai pentru trimiterea semifabricatului la postul de lucru, ci și pentru a-i da o anumită poziție strict determinantă în spațiu, adică de a orienta semifabricatul.

În fig. 3.100 este reprezentată schema unui dispozitiv de alimentare de la mașina de rectificat fără vîrfuri pentru prelucrarea unor axe cilindrice. Semifabricatele ajung de la magazinul vertical *1* pe prisma de ghidare *2* a jgheabului inițial *A*. Avansarea bucată cu bucată a semifabricatelor este asigurată de separatorul *3* de tip an-

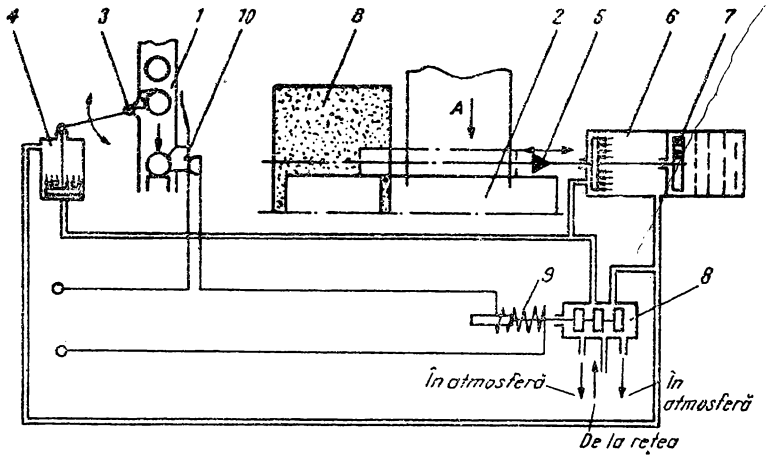


Fig. 3.100. Schema dispozitivului de alimentare automată a unei mașini de rectificat fără vîrfuri, cu acționare electropneumatică.

coră, care primește o mișcare oscilantă de la cilindrul pneumatic *4*. Alimentatorul *5* primește o mișcare de translație alternativă de la cilindrul pneumatic *6*, cu regulatorul hidraulic de viteză *7* (cilindru hidraulic amortizor).

Comanda ambilor cilindri pneumatici este realizată de către sertărașul de distribuție automat *8*, cu comandă electrică de la distanță prin intermediul electromagnetului *9* și limitatorului cu contact *10*. În momentul reprezentat pe schemă, tija alimentatorului *5* împinge semifabricatul în zona de rectificare *B*, iar mișcarea ulterioară a semifabricatului are loc sub acțiunea avansului automat imprimat de discul de rectificat și discul conducător. În momentul în care semifabricatul părăsește zona *A*, contactele *10* se deschid, circuitul bobinei electromagnetului se întrerupe, iar sertărașul *8*, sub acțiunea arcului, trece în poziția din dreapta, comutînd cilindrul *6* la cursa de retragere (spre dreapta), iar cilindrul *4* la trimiterea unui nou semifabricat la postul inițial.

În momentul cînd semifabricatul următor ajunge la postul *A*, contactele *10* se închid, iar ciclul se repetă.

În liniile automate, pentru prelucrarea pieselor mai mari, este necesară folosirea unor mecanisme de alimentare speciale pentru acumularea și livrarea semifabricatelor la posturile de lucru.

În fig. 3.101 este reprezentată schema de principiu a instalației pentru comutarea automată a regimului de lucru pentru un meca-

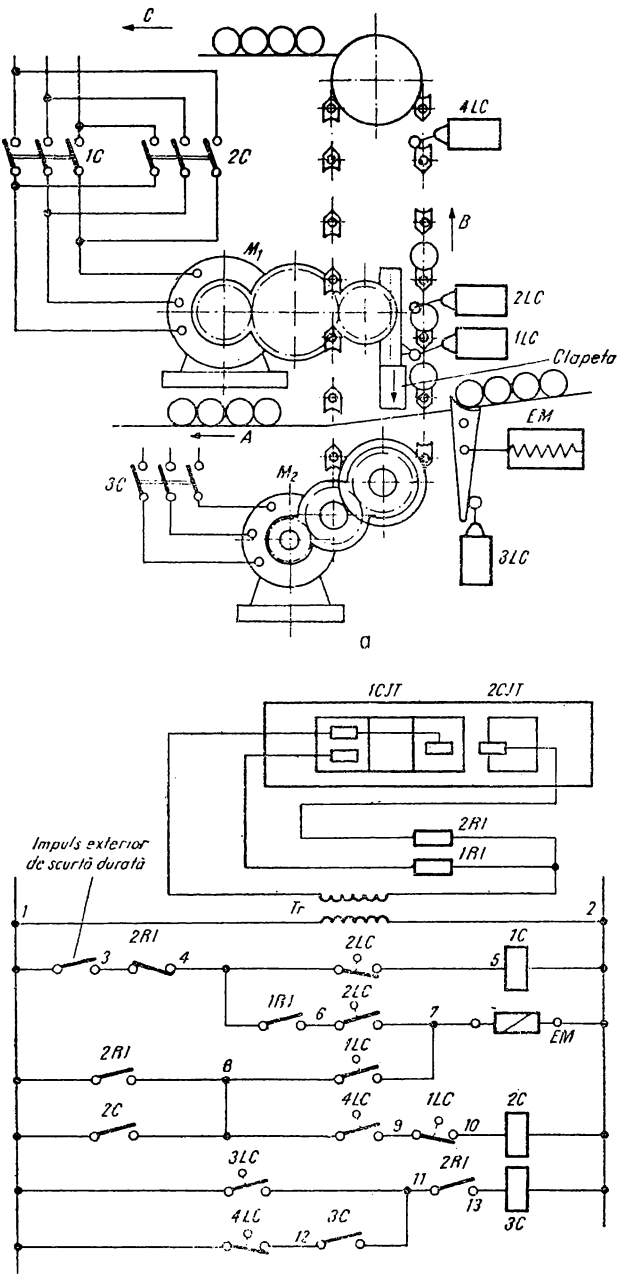


Fig. 3.101 a, b — Schema de principiu și comandă a instalației pentru alimentarea automată a liniilor de lucru.

nism de alimentare (prevăzut cu magazin) în funcție de gradul de umplere al jgheabului de ieșire.

Comutarea de la un regim la altul se realizează cu ajutorul unor contacte de joasă tensiune, prevăzute în jgheabul de ieșire al magazinului. Aceste contacte, acționînd asupra motoarelor electrice și asupra unei clapete speciale, comandă regimurile de lucru.

Principiul de funcționare al instalației este următorul : umplerea magazinului cînd agregatul precedent nu funcționează se face cu ajutorul elevatorului acționat de motorul electric M_2. Comutarea clapetei buncărului pentru trecerea de la un regim de funcționare la altul este realizată de motorul M_1.

În jgheabul de intrare al magazinului sînt dispuse două grupe de contacte de joasă tensiune. Prima grupă *1CJT* controlează prezența cel puțin a unui singur semifabricat în jgheab. Cea de a doua grupă *2CJT* controlează prezența a cel puțin patru semifabricate în jgheab. În același jgheab se află electromagnetul *EM*, care cu ajutorul unui separator, lasă piesele să iasă bucată cu bucată din jgheabul de intrare.

În cazul cînd ambele agregate cu magazinul funcționează, clapeta trebuie să se afle în poziția de sus, și o camă fixată pe ea acționează asupra limitatorului de cursă *2Lc* (fig. 3.101, *a* și 3.101, *b*).

Din această cauză contactul normal deschis *6-7* al acestui limitator este închis, iar contactul normal închis *4-5* este deschis.

În cazul cînd există cel puțin o singură piesă în jgheabul de intrare, contactul *1CJT* este închis și releul intermediar *1RI* este conectat. Din această cauză contactul său normal deschis *4-6* va fi închis și, după primirea unui impuls de scurtă durată de la circuitul exterior, contactul normal deschis *1-3* se închide și conectează electromagnetul *EM*. Acesta lasă să treacă cu ajutorul separatorului o piesă în jgheabul de ieșire, în direcția săgeții *A*, spre agregatul următor.

Instalația funcționează și trimite piesele în direcția săgeții *A* pînă în momentul în care în jgheabul de intrare se adună mai mult decît trei piese. În cazul cînd în jgheab se află cel puțin patru piese, se închide contactul *2CJT*, care conectează releul intermediar *2RI*. In acest caz releul *2RI* execută următoarele operații :

— deschide contactul normal închis *3—4*, întrerupînd primirea impulsului exterior ;

— închide contactul său normal deschis *11—13*, pregătind conectarea contactorului *3C ;*

— închide contactul normal deschis *1—8* și (în cazul cînd lanțul elevatorului se află în poziția inițială, controlată de limitatorul de cursă *4LC*) conectează contactorul *2C*.

Ca urmare se conectează motorul M_1 care, prin intermediul unui reductor, mută clapetadin poziția de sus în poziția de jos. În acest caz este lăsat liber limitatorul de cursă *2LC* și este acționat limitatorul de cursă *1LC*, care prin contactul său normal închis *9—10* deconectează contactorul *2C*, iar prin contactul său normal deschis *8—7* conectează electromagnetul *EM*.

Electromagnetul *EM*, fiind conectat, lasă să iasă o piesă din jgheabul de intrare și acționînd în același timp asupra limitatorului de cursă *3LC*, conectează contactorul *3C*.

Contactorul *3C* trece la autoalimentare și conectează motorul M_2, care prin intermediul reductorului pune în mișcare elevatorul. Acesta apucă piesa ieșită din jgheabul de intrare și o transportă în direcția săgeții *B*. După deplasarea elevatorului cu un pas este acționat limitatorul de cursă *4LC* care, deschizîndu-și contactul său normal închis *1—12*, deconectează motorul electric M_2.

Piesele, ajungînd în punctul superior al elevatorului, se răstoarnă și sînt dirijate în direcția săgeții *C* spre magazin.

În cazul cînd, clapeta fiind coborîtă (limitatorul de cursă *1LC* este acționat) și contactul *2CJT* fiind deschis, se primește impulsul exterior de scurtă durată, este conectat contactorul *1C*. Acesta conectează motorul electric M_1, care prin intermediul reductorului ridică clapeta. La sfîrșitul cursei clapetei este acționat limitatorul de cursă *2LC*, al cărui contact normal închis *4—5* deconectează contactorul *1C* al cărui contact normal deschis *6—7* conectează electromagnetul *EM* ca mai sus.

Piesa ieșită în acest caz din jgheabul de intrare este dirijată în direcția săgeții *A* ca în primul caz.

Magazinul poate funcționa și în cazul cînd agregatul precedent lucrează, iar agregatul următor nu primește piesele. În acest caz piesele trebuie dirijate în magazin.

Magazinul, calculat pentru o anumită capacitate, trimite un semnal de avertizare în momentul cînd gradul său de umplere atinge o anumită valoare (de exemplu 75%), iar după umplerea completă se autodeconectează, oprind în același timp și agregatul precedent. Această operație se realizează cu ajutorul a două grupe selectoare pas cu pas, dintre care prima grupă înregistrează și acumulează impulsurile primite de la fiecare piesă intrată, iar cea de a doua grupă, conectată cu prima grupă după o schemă diferențială, înregistrează și acumulează impulsurile primite de la fiecare piesă care părăsește magazinul.

Întreținerea și repararea mecanismelor de alimentare

Un mecanism bine conceput și realizat nu pune probleme deosebite din punctul de vedere al întreținerii și reduce la minimum posibil cheltuielile pentru aceasta.

În practică se urmărește menținerea tuturor elementelor mecanismului și instalației electrice de acționare a acestuia în perfectă stare de curățenie, prin înlăturarea periodică a prafului sau așchiilor metalice ce ar putea ajunge la elementele de contact electric, precum și a pătrunderii de ulei și apă. Pentru elementele exterioare acționate de către diferite organe mobile — limitatoare de cursă, verificatoare de scule etc. — se impune un control mai frecvent al eventualelor depuneri de așchii, amestecuri de praf abraziv cu ulei sau emulsie și înlăturarea acestora.

Deranjamentele ce pot surveni în exploatare la un mecanism de alimentare se manifestă sub aspecte foarte variate. Oprirea unei unități de lucru sau a întregii mașini (în cazul mașinilor-unelte agregat) ori a liniei, anomalii în desfășurarea ciclului de lucru etc.

Pentru găsirea și înlăturarea cauzelor care determină aceste defecțiuni este necesar în primul rînd o perfectă cunoaștere a modului de acționare a mecanismului și interdependența dintre elementele de acționare a mecanismului de alimentare și a mașinii sau liniei respective, precum și a modului cum se realizează comanda acționării acesteia. Cunoscînd organele de execuție ale instalației de acționare și elementele de comandă ale acestor organe, se pot determina relativ ușor cauzele care ar putea duce la scoaterea accidentală din funcțiune a mecanismului sau la provocarea de comenzi neprevăzute în circuitul electric de acționare. De exemplu, oprirea bruscă a mecanismului sau a mașinii ori liniei îndreaptă atenția depanatorului spre alimentarea cu energie a instalației de acționare.

În cazul în care există tensiune în rețea și alimentarea nu este întreruptă de arderea unor siguranțe pe circuitul principal, se poate presupune că s-a întrerupt alimentarea circuitului de comandă, lucru ce se verifică ușor cu ajutorul unei lămpi de control sau de semnalizare (cînd aceasta există).

Se trece astfel la stabilirea cauzei care a scos de sub tensiune circuitul de comandă.

Ea poate fi arderea unei siguranțe, un contact care nu se face bine, desprinderea sau slăbirea unui conductor de alimentare, sau chiar o comandă de scoatere de sub tensiune. Aici, ca și în alte cazuri, examinarea schemei de principiu permite stabilirea imediată a sigu-

ranței, a contactului aparatului de comandă, care ar putea determina întreruperea alimentării și se trece apoi la cercetarea stării fiecăruia dintre aceste elemente și remedierea defecțiunilor constatate.

Funcționarea unui mecanism de alimentare în cazul unei mașini agregat sau linii automate se poate întrerupe și prin releul de pornire a ciclului automat, la mașinile la care pornirea se face cu un astfel de releu. Alimentarea acestuia poate fi întreruptă automat de către un releu de presiune, limitatoare de cursă, verificatoare de scule sau de către alte elemente, care constată, respectiv, scăderea presiunii de strîngere a piesei, ruperea unei scule, nefuncționarea instalației de răcire sau chiar nefuncționarea uneia dintre unitățile de lucru în ciclul anterior. De obicei, fiecare din aceste situații anormale se semnalizează cu cîte o lampă semnalizatoare la pupitrele de comandă. În acest fel atenția muncitorului depanator este îndreptată rapid către elementul care a provocat oprirea.

Oprirea accidentală din funcțiune a unui mecanism de alimentare poate fi provocată și de defectarea unuia dintre motoarele electrice de acționare directă a mecanismului, sau de antrenare a pompei hidraulice (în cazul mecanismelor acționate hidraulic), ori nefuncționării unui sertar de distribuție în instalația hidraulică sau pneumatică.

În cazul nefuncționării unuia din motoarele electrice, se examinează elementele de protecție din circuitul de alimentare al motorului, siguranțele, releele de protecție electromagnetice și termice, precum și contactorul de comandă al motorului.

Dacă se constată că nu anclașează acest contactor, atunci se verifică cum se face alimentarea bobinei sale, elementele care pot întrerupe această alimentare (contacte relee, limitatoare, comutatoare etc.), precum și vreo eventuală desprindere a unuia din conductoarele de legătură. În mod similar se poate determina și cauza pentru care electromagnetul unui sertar de distribuție nu este acționat.

O atenție deosebită trebuie acordată și elementelor hidraulice sau pneumatice utilizate în schema de acționare a mecanismelor de alimentare, deoarece deranjamentele acestora pot cauza scoaterea din funcțiune a mașinii sau liniei. Deranjamentele elementelor hidraulice sau pneumatice sînt determinate de scăpările de aer sau de ulei din circuitele hidraulice sau pneumatice ale sertărașelor, motoarelor hidraulice și pneumatice, pierderilor de presiune din racordurile flexibile sau conducte. Remedierea acestor deranjamente constă în verificarea și înlăturarea pierderilor de aer sau ulei, prin etanșarea conductelor și racordurilor flexibile, precum și înlocuirea

celor defecte, curățarea filtrelor de aer și ulei, verificarea sistemului de purjare în circuitul de aer comprimat, demontarea, verificarea și curățarea sertărașelor. În cazul cînd sertărașele prezintă uzură avansată sau gripaje se înlocuiesc.

3.4.2. MECANISME PENTRU FIXAREA ȘI PRINDEREA PIESELOR

Sistemul de prindere și fixare este alcătuit din elemente electromagnetice, mecanice, hidraulice și pneumatice, care au rolul de a asigura prinderea pieselor și mișcarea lor în timpul lucrului. Principalele mecanisme de strîngere și fixare a pieselor pot fi : cu acționare mecanică, pneumatică, hidraulică sau electrică.

Mecanismele cu acționare electrică sînt, în general, de tipul cu electromagneți, cu magneți permanenți, electrohidraulice etc. Mecanismele de fixare cu magneți permanenți sau cu electromagneți sînt caracterizate prin aceea că asigură prinderea rapidă și precisă a pieselor de prelucrat. Din punct de vedere constructiv ele sînt de tipul meselor cu forme circulare, sau dreptunghiulare, folosite în mod curent la mașinile-unelte de rectificat.

Mecanismele de prindere cu magneți permanenți asigură fixarea pieselor numai datorită fluxului creat de magneții permanenți fără a fi nevoie de o altă sursă de alimentare. Un asemenea mecanism este reprezentat schematic în fig. 3.102. El este format dintr-o casetă *1*, în interiorul căreia se află montat un pachet de magneți permanenți *2*, avînd între ei plăcuțe de oțel moale *3*, confecționate de obicei din oțel Armco, cu permeabilitate magnetică ridicată. Plăcuțele din oțel moale sînt separate de magneți prin intermediul unui material neferos nemagnetic *4*, iar asamblarea sistemului se face cu ajutorul unor tiranți de alamă *5*, după care se fixează pe o placă confecționată din oțel moale *6* și prin intermediul căreia se montează în caseta *1*. Caseta este închisă deasupra pachetului cu o placă *7*, confecționată din oțel moale. De obicei, distanța dintre placa *7* și pachetul magnetic *2* este de 0,03—0,06 mm. Placa *7* este prevăzută cu pastile *8*, care au permeabilitate magnetică ridicată izolate de restul plăcii prin fîșii de alamă, care sînt nemagnetice. Pentru ca piesa să fie fixată se impune ca pastilele *8*, să fie suprapuse pe plăcile de oțel *3*, favorizînd astfel trecerea fluxului magnetic prin ele. În cazul cînd acestea nu se suprapun, fluxul magnetic se închide prin placa *7*, nefixînd piesa. Antrenarea pachetului magnetic în vederea fixării sau eliberării piesei se face cu ajutorul manetei *9* legată solidar cu axul prin cama *10*.

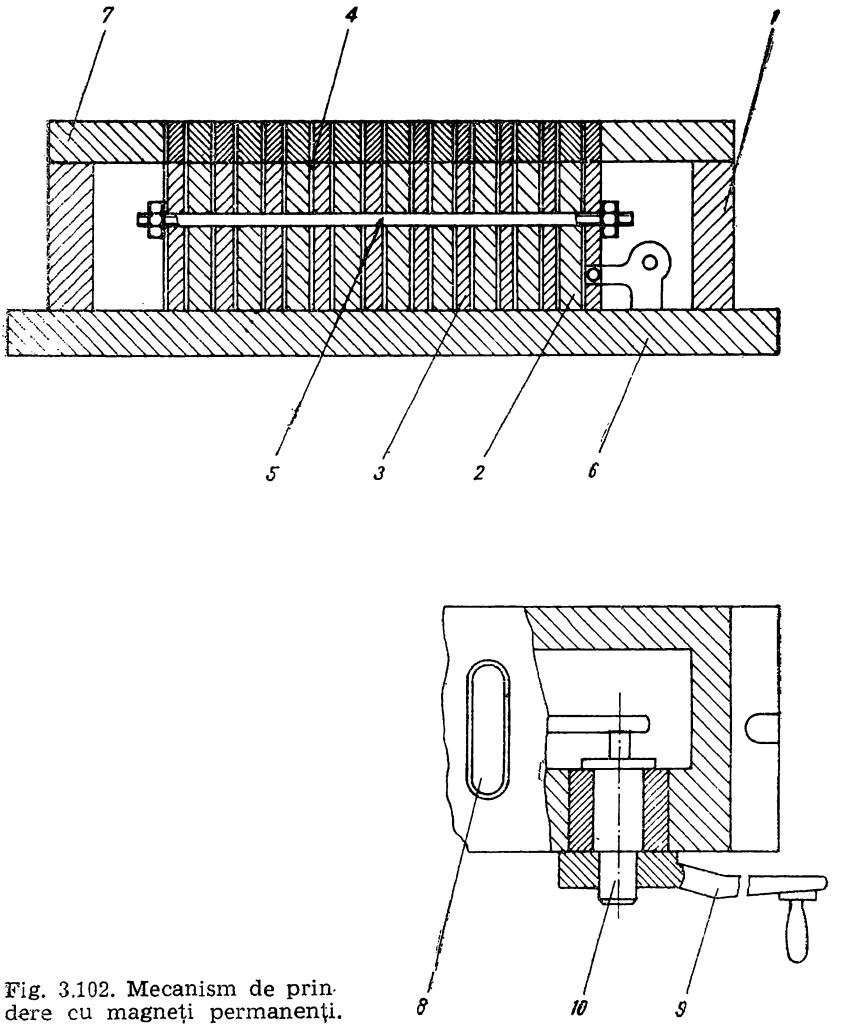


Fig. 3.102. Mecanism de prindere cu magneți permanenți.

Mecanismele de fixare cu magneți permanenți prezintă avantajul că în timpul lucrului nu există pericolul desprinderii pieselor în cazul întreruperii curentului electric și nu au nevoie de surse de alimentare. Prezintă însă dezavantajul că au forțe de atracție mai mici decît în cazul mecanismelor de fixare cu electromagneți și o durată de funcționare mai mică decît acestea (4—5 ani).

Mecanismele de prindere cu acționare electromagnetică se bazează pe forțele electromagnetice de atracție care iau naștere în momentul conectării mecanismului mesei la sursa de alimentare dînd astfel posibilitatea fixării pieselor în timpul lucrului.

Aceste forțe încetează o dată cu deconectarea mecanismului de la sursa de alimentare eliberînd piesele fixate. Mecanismele electromagnetice pentru fixarea pieselor sînt în general simple din punct de vedere constructiv și se folosesc în mod curent ca mese plane sau rotative pentru mașinile-unelte de rectificat.

În fig 3.103 este reprezentată o masă electromagnetică plană de formă dreptunghiulară. În caseta *1*, executată din oțel se află bobinele *2*, înfășurate în jurul pieselor polare *3*. Caseta se închide cu ajutorul capacului *4*, prevăzut cu o serie de orificii în care se introduc capetele pieselor polare înconjurate cu un strat din aliaj nemagnetic (pe bază de cupru, staniu, plumb etc.). În felul acesta liniile magnetice ale cîmpului magnetic se formează cînd bobinele sînt puse sub tensiune, piesele din oțel așezate pe fața mesei fiind străbătute de liniile magnetice ale cîmpului produs de piesele polare *3*, sînt fixate pe fața mesei.

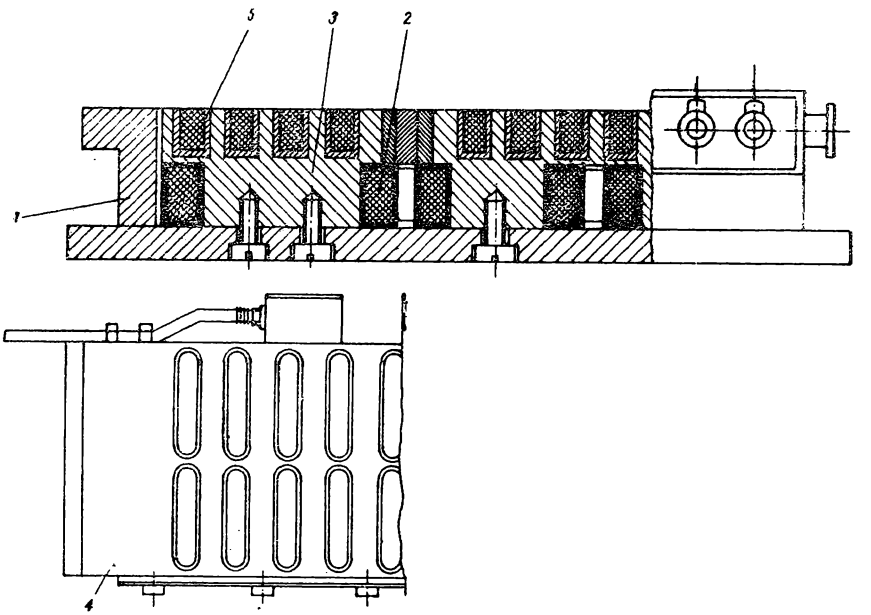


Fig. 3.103. Masă electromagnetică plană dreptunghiulară.

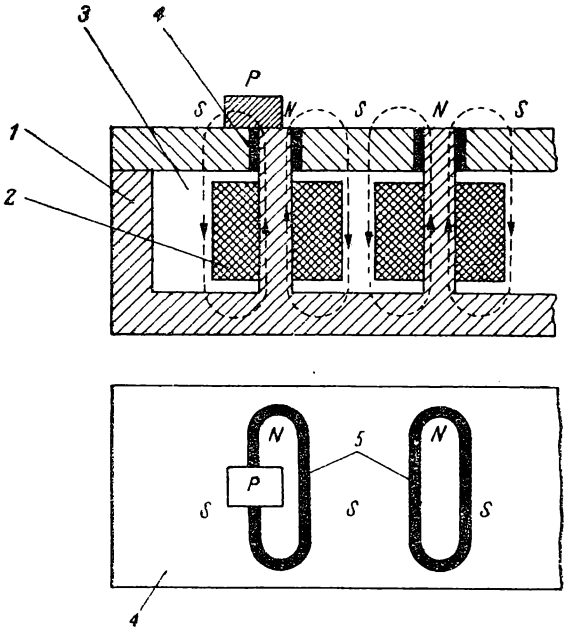


Fig. 3.104. Masă electromagnetică pentru prinderea pieselor mici :
1 — casetă ; *2* — bobină ; *3* — capac ; *4* — strat diamagnetic ; *P* — piesa de prelucrat.

În practică se întîlnesc și mese electromagnetice la care zone din suprafața lor activă sînt separate cu o serie de straturi nemagnetice formînd poli magnetici diferiți (fig. 3.104), iar corpul mesei se confecționează din materiale nemagnetice (fontă, silumin, bronz etc.).

Fixarea pieselor cu dimensiuni mici în timpul lucrului se face cu ajutorul meselor electromagnetice prevăzute cu niște canale a căror lățime este de 3—4 mm (adîncimea lor depinde de grosimea plăcii) și umplute cu material nemagnetic (plumb, staniu, cupru etc.). Piesele așezate pe masă peste canalele practicate în placă fac ca o parte din fluxul magnetic al mesei să fie închis, permițînd astfel fixarea piesei pe masa mașinii de rectificat. Datorită faptului că în acest sistem de prindere mesele au canale nepătrunse (strat nemagnetic nepătruns), prin piesă nu poate trece tot fluxul magnetic, ci numai o parte din el, din care cauză forțele de prindere sînt mai mici decît în cazul celorlalte tipuri de mese electromagnetice. Dimensiunile meselor electromagnetice de formă dreptunghiulară sînt în

funcție de dimensiunea meselor mașinilor de rectificat plan pe care se montează în timpul lucrului. Caracteristicile și dimensiunile acestor tipuri de mese sînt cuprinse în fig. 3.105 și tabelul 3.9.

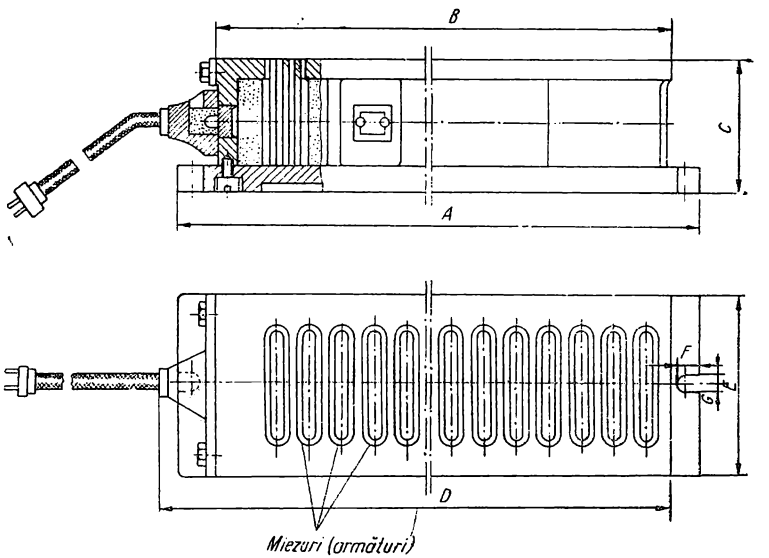


Fig. 3.105. Masă electromagnetică dreptunghiulară — dimensiuni.

Tabelul 3.9

Caracteristicile și dimensiunile maselor de rectificat de formă dreptunghiulară

Tipul mesei	Legăturile bobinajului	Tensiunea nominală V	Puterea W	Curentul nominal A	Forța specifică de atracție la un pol kgf/cm²	Rezistența bobinajului Ω	Dimensiunile mesei, mm (v. fig. 3.105)						
							A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*
EP21G	în serie	110	130	1,1	2,5	98	600	540	110	585	200	24	14
EP21G	în serie	110	200	1,8	2,5	61	750	680	120	725	300	30	18

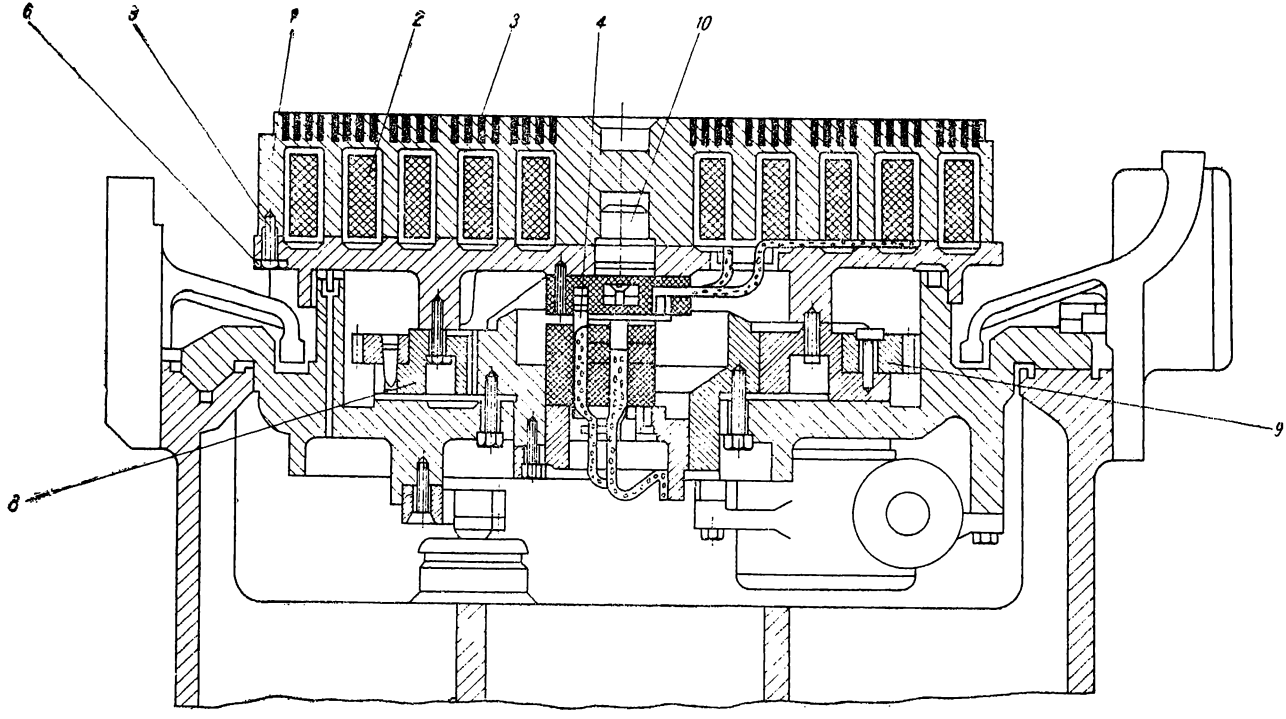


Fig. 3.106. Masă electromagnetică circulară :

1 — corpul platoului ; *2* — bobină ; *3* — canal cu aliaj nemagnetic ; *4* — perii de cărbune cu inel de bronz ; *5* şi *7* — şuruburi de prindere ; *6* — masă intermediară din fontă ; *8* — suport pentru fixarea mesei intermediare ; *9* — roată dinţată pentru acţionarea mesei ; *10* — ştift de centrare.

Pe lîngă mesele electromagnetice dreptunghiulare, în practică, sînt folosite în mod curent și mese electromagnetice de tip circular, care au în timpul lucrului o mișcare de rotație. Din punct de vedere constructiv acestea pot fi realizate într-o gamă foarte variată în ce privește numărul și forma polilor magnetici, precum și modul în care sînt montate bobinele (de exemplu, mese cu intercalații care nu străbat toată grosimea ei, de forma unor cercuri concentrice care acoperă suprafața plăcii, folosite în general pentru fixarea pieselor mici sau inelare, ori de tipul bucșelor fig. 3.106).

În mod frecvent mecanismele sînt alimentate cu curent continuu de 0,3 A la tensiunea de 110 V (se folosesc în unele cazuri și tensiuni de 24, 48 sau 220 V), obținută prin redresarea curentului alternativ de la rețeaua de alimentare cu ajutorul unui redresor cu seleniu. În unele cazuri curentul continuu pentru alimentarea mesei este produs de către un grup generator care se află în dotarea mașinii. Mesele electromagnetice nu pot fi alimentate cu curent alternativ, deoarece datorită pulsației fluxului magnetic alternativ, piesa de prelucrat ar vibra, iar curenții induși care iau naștere în corpul mesei ar produce o puternică acțiune de demagnetizare. Totodată piesa s-ar încălzi puternic datorită procesului repetat de magnetizare și demagnetizare și acțiunii curenților paraziți.

De obicei, bobinele polilor meselor electromagnetice se leagă în serie. Însă la unele mese electromagnetice sînt folosite scheme care permit comutarea lor de la conexiunea în serie la cea în paralel, fapt ce permite ca aceeași masă să fie conectată la tensiuni diferite (110 V pentru cele legate în paralel și 220 V pentru cele legate în serie).

În fig. 3.107 este reprezentată schema de conexiuni a unei mese electromagnetice. Poziția comutatorului *CP* reprezentat în figură indică posibilitatea punerii în funcțiune a motorului mașinii-unelte cu masa electromagnetică neconectată, permițînd astfel executarea operațiilor de reglare în raport cu mărimea și configurația piesei.

După întoarcerea comutatorului pachet *Cp*, înfășurarea mesei electromagnetice *ME* primește curent prin redresorul *R*. În serie cu această înfășurare este conectată înfășurarea releului de curent *Rc*, ale cărui contacte normal deschise sînt conectate în serie cu bobina contactorului motorului. Cînd masa este deconectată, aceste contacte sînt scurtcircuitate de contactul comutatorului pachet *Cp*, iar cînd este conectată legătura de scurtcircuit, se desface și alimentarea bobinei, care se face numai prin contactele *Ct*, care se închid la conectarea plăcii. Dacă din cauza unui defect oarecare alimentarea plăcii electromagnetice se întrerupe, releul de curent *Rc* întrerupe

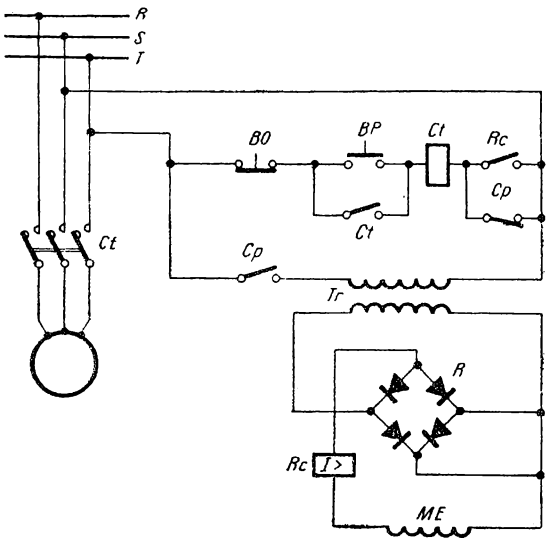


Fig. 3.107. Schema de conexiuni a unei mese electromagnetice.

prin contactele sale normal deschise circuitul bobinei *Ct* și motorul mașinii-unelte (al capului cu piatra de rectificat) este deconectat.

În paralel cu bobina *ME* trebuie conectată o rezistență de descărcare de circa 2—5 ori mai mare decît rezistența înfășurării mesei. La deconectarea plăcii această rezistență preîntîmpină apariția unei diferențe de potențial mare între capetele înfășurării, care ar putea străpunge izolația.

În timpul lucrului piesele fixate pe mesele electromagnetice capătă un magnetism remanent, din care cauză se scot greu de pe masă. Pentru a ușura scoaterea pieselor după terminarea lucrului, se trece prin înfășurarea mesei electromagnetice un timp oarecare un curent slab de sens contrar, care favorizează demagnetizarea piesei. În practică demagnetizarea pieselor se mai realizează și cu dispozitive speciale.

Datorită faptului că mecanismele de prindere de tipul meselor electromagnetice nu asigură forțe de strîngere suficient de mari ca în cazul strîngerii mecanice și nu pot fixa piese din materiale neferoase, la unele tipuri de mașini-unelte strîngerea și fixarea pieselor se realizează cu ajutorul mecanismelor cu acționare electromecanică sau electrohidraulică.

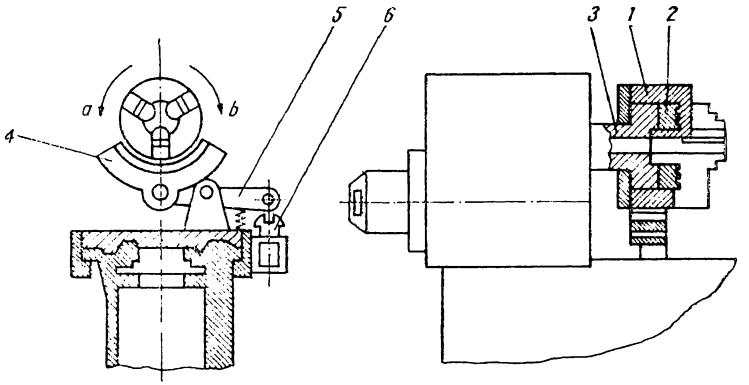


Fig. 3.108. Mecanism pentru prinderea și fixarea pieselor pe strung cu acționare electromecanică.

Mecanisme cu acționare electromecanică. Schema unui mecanism cu acționare electromecanică este reprezentată în fig. 3.108. Pentru prinderea și fixarea pieselor pe strung la care, spre deosebire de sistemele de prindere și fixare descrise mai înainte, mișcarea fălcilor universalului într-un sens sau altul se asigură prin frînarea corpului universalului *1*, față de discul conducător *2*, prevăzut cu canal spiral solidar cu axul principal *3*, al strungului. Frînarea se realizează cu ajutorul sabotului de frînă *4*, fixat pe pîrghia oscilantă *5*. Pîrghia este acționată de electromagnetul *6* comandat de la distanță prin butoane. În funcție de rotația axului principal (de lucru în direcția săgeții *a*, sau de gol în direcția săgeții *b*), plăcile se apropie sau se depărtează de centru asigurînd fixarea sau eliberarea piesei.

Mecanismele de prindere și fixare cu acționare electrohidraulică sînt caracterizate prin aceea că asigură forțe mari de strîngere în mod constant. În practică sînt utilizate de obicei la mașinile-unelte din liniile automate, a căror comandă se realizează cu ajutorul panourilor hidraulice.

În fig. 3.109 este reprezentată schema hidraulică de principiu a unui panou hidraulic pentru comanda dispozitivului de acționare a mecanismului de prindere și fixare din liniile automate. În timpul prelucrării pieselor pe mașinile-unelte ale liniei automate electromagnetul *2* al sertărașului *1* este deconectat.

Uleiul refulat de pompa *7* se scurge liber în rezervor, iar presiunea din conducta *4* și din cilindrii fixatoarelor nu depășește 2—4 daN/cm^2. Pompa *6* de înaltă presiune cu debitul de 3—5 l/min, menține în circuitul hidraulic de strîngere presiunea corespunză-

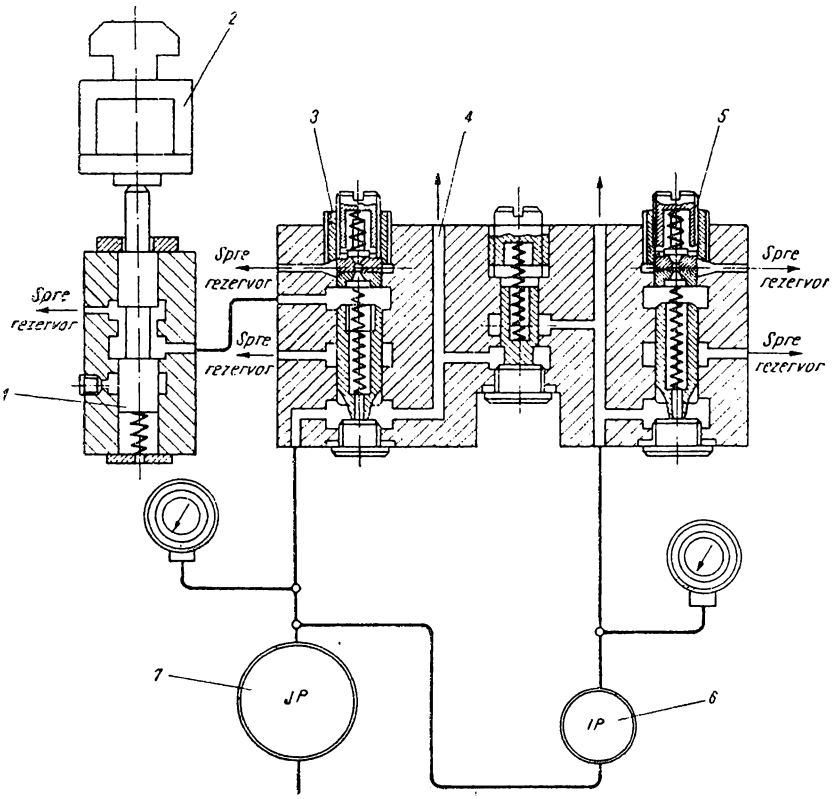


Fig. 3.109. Panou hidraulic — schema de principiu.

toare reglării supapei 5. După terminarea prelucrării pieselor, concomitent cu conectarea electromagnetului care acționează sertarul distribuitor din circuitul de strîngere pentru eliberarea pieselor, se conectează și electromagnetul 2. În acest caz, pompa 7 nu se mai poate descărca la rezervor și elementele de strîngere se retrag rapid sub acțiunea uleiului refulat de ambele pompe, eliberînd piesele. După aceea se conectează electromagnetul sertărașului distribuitor din circuitul de fixare și fixatoarele se retrag. După terminarea acestei operații, electromagnetul 2 poate fi conectat la următoarea operație de fixare și strîngere.

Mecanismele de prindere și fixare cu acționare electropneumatică sînt caracterizate prin aceea că permit strîngerea și fixarea rapidă a piesei pe mașină și sînt simple din punct de vedere constructiv.

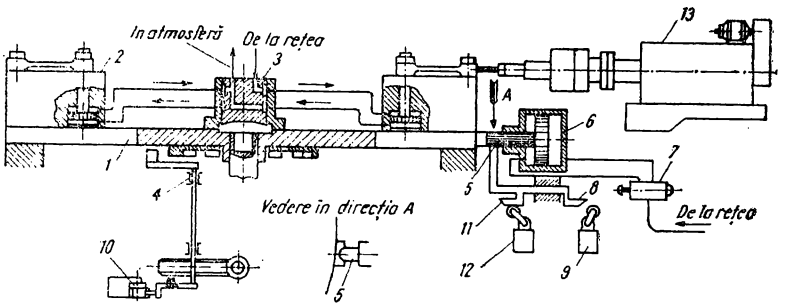


Fig. 3.110. Schema sistemului de prindere și divizare cu masă turnantă.

În fig 3.110 este reprezentată schema unui sistem de prindere și divizare cu masă turnantă utilizat pentru prelucrarea pieselor la mașinile de găurit și alezat. Pe masa divizoare turnantă *1* sînt montate, în posturile de lucru, mecanismele de prindere *2*. Aerul primit de cilindrii mecanismelor de prindere de la manșonul central *3*; acesta are rolul unui dispozitiv de distribuție cuplînd, după rotirea mesei, prinderea la postul de alimentare și trimițînd aer în cilindrii mecanismelor de prindere la toate posturile de lucru.

Rotirea de divizare a mesei se realizează cu ajutorul mecanismului de divizare acționat de un motor electric separat. Masa este prevăzută cu un fixator rigid *5* acționat de un cilindru pneumatic *6* cu dublu efect, care este alimentat prin distribuitorul cu sertăraș *7* cu comandă electrică.

La apăsarea butonului „*pornire*" intră în funcțiune contactorul de comandă a electromagnetului distribuitorului *7* și aerul comprimat, pătrunzînd în spatele pistonului cilindrului *6*, scoate fixatorul *5* din locașul discului divizor. În același timp, opritorul *8*, solidar cu tija pistonului cilindrului *7*, închide contactele limitatorului de cursă *9*, care conectează (prin intermediul unui contactor) motorul electric de acționare a mecanismului de divizare.

Masa se rotește cu un unghi dinainte reglat, în așa fel ca fiecare mecanism de prindere în care este fixată piesa să treacă la postul următor.

După terminarea rotirii mesei, un opritor solidar cu brațul mecanismului de divizare acționează asupra limitatorului de cursă *10*, care comută contactorul de comandă al electromagnetului distribuitorului *7*.

Aerul comprimat pătrunde în fața pistonului cilindric *6*, iar fixatorul intră în canalul următor al discului divizor. În același timp, opritorul *11* acționează asupra limitatorului de cursă *12*, care comandă pornirea motoarelor electrice ale capetelor de acționare *13*. Capetele, care lucrează după un ciclu automat, execută prelucrarea pieselor la posturile de lucru și revin în poziția inițială. Cu aceasta se termină ciclul de lucru al operațiilor. Pentru repetarea ciclului, este necesar să se apese din nou pe butonul *„pornire"* sau să fie acționat un limitator de cursă, conectat în schemă în paralel cu butonul *„pornire"*, în momentul terminării cursei de retragere a capetelor de acționare.

Întreținerea și repararea mecanismelor de prindere și fixare

Se urmărește în primul rînd menținerea tuturor organelor mecanismului și instalației în perfectă stare de curățenie pentru a evita depunerea prafului sau umezelii pe elementele de contact electric, și de a împiedica pătrunderea uleiului sau apei (emulsiei) de răcire în timpul lucrului în interiorul mesei electromagnetice.

Menținerea în perfectă stare de funcționare a mecanismului de strîngere și fixare impune verificarea și înlocuirea curentă a elementelor defecte sau înlăturarea deranjamentelor curente care se produc în timpul funcționării mecanismului. În cazul cînd prelucrarea se execută cu folosirea lichidelor de răcire, cele mai frecvente defecțiuni ale mecanismului de strîngere și fixare, de tipul meselor electromagnetice, se produc din cauza apei de răcire, care pătrunde pe lîngă izolația polilor în interiorul mesei, producînd scurtcircuite în înfășurările magneților.

Pentru a evita pe cît posibil defectările, la terminarea lucrului apa trebuie îndepărtată de pe masă, iar starea etanșeității mesei, în special a locașurilor în care se află bobinajul trebuie să fie perfectă. Se impune astfel, verificarea cu atenție înainte de începerea lucrului a mesei. Trebuie avut în vedere, de asemenea, că în timpul lucrului mesele electromagnetice se încălzesc, iar răcirea bruscă a acestora cu jet de apă sau curent de aer duce la fisurarea mesei, în special în zona locurilor de îmbinare, favorizînd astfel pătrunderea apei de răcire în corpul mesei. Din acest motiv se impune ca răcirea mesei să se facă o dată cu începerea lucrului.

O atenție deosebită trebuie acordată întreținerii redresoarelor cu seleniu folosite pentru alimentarea meselor electromagnetice cu curent continuu. Redresoarele sînt în general aparate statice, din care cauză necesită o întreținere simplă, care constă de obicei în verificarea temperaturii plăcilor (temperatura plăcilor nu trebuie să depășească 75°C) și a asigura un sistem corespunzător de răcire.

În exploatare, se impune a se evita supraîncărcarea plăcilor redresoare, trebuind în acest caz să se verifice tensiunea curentului alternativ folosit pentru ca acesta să nu depășească valorile admise. Periodic plăcile redresorului trebuie să fie suflate de praf și verificate dacă pe suprafețele lor nu s-au produs coroziuni din cauza umezelii sau a agenților chimici. Plăcile cu suprafețe corodate trebuie să fie schimbate.

Deranjamentele menționate mai sus sînt înlăturate în condițiile folosirii meselor magnetice cu magneți permanenți fixați în corpul mesei.

În cazul meselor magnetice cu magneți permanenți fixați în corpul mesei, pe lîngă executarea întreținerii curente, trebuie avut în vedere că acestea au o durată mică de funcționare (de obicei 4—5 ani). Repararea lor constînd practic numai în operația de remagnetizare a blocului magnetic. Întreținerea mecanismelor de strîngere și fixare cu acționare mecanică, hidraulică sau pneumatică, constă în verificarea periodică a stării legăturilor elementelor electromagnetice, a instalației hidraulice sau pneumatice și a condițiilor de funcționare a mecanismelor, acționate de instalația respectivă în funcție de tipul instalației. La executarea reviziei sau reparației trebuie să se țină seama în special de indicațiile și recomandările prevăzute de constructor în cartea tehnică a mașinii.

Verificarea periodică a legăturilor are în vedere prevenirea slăbirii, defectarea izolației sau pătrunderea prafului și umezelii în zona de contact. În toate aceste cazuri se observă o supraîncălzire excesivă a bornelor, din care cauză se produce o puternică oxidare favorizînd astfel apariția de scurtcircuite sau scîntei, care erodează bornele.

Bornele defecte vor fi curățate atent de oxizi și unse cu vaselină neutră. Cele slăbite se strîng și se asigură cu șaibe împotriva slăbirii în timpul funcționării. Eroziunile, dacă nu sînt prea mari, se îndepărtează prin ajustare cu o pilă fină sau cu o bandă de hîrtie sau pînză sticlată fină, se șterg și se ung. Cele puternic erodate se înlocuiesc cu borne noi executate din același material. Defectarea izolației se remediază prin refacerea acesteia.

În ce privește conductoarele de alimentare, dacă prezintă întreruperi sau străpungeri de izolație, se înlocuiesc cu altele noi cu aceeași secțiune.

O atenție deosebită trebuie acordată stării elementelor electromagnetice de acționare, deoarece o dereglare a acestora în timpul lucrului, poate provoca accidente în timpul lucrului sau avarierea utilajului.

Deranjamentele specifice elementelor electromagnetice ale mecanismelor de prindere și fixare sînt : deteriorarea feței de lucru a electromagneților, favorizată de manevrele repetate, ruperea spirei de scurtcircuit, dereglarea sau blocarea armăturii mobile a electromagneților.

Deteriorarea feței de lucru se manifestă prin vibrații puternice în timpul lucrului, provocate de așezarea incorectă a miezului mobil pe cel fix. Înlăturarea deranjamentului, se realizează prin rectificarea sau ajustarea și șlefuirea fețelor polare ale electromagnetului, după care se curăță și se ung cu vaselină neutră. Dereglările sau blocajele ce se pot produce în timpul funcționării, se pot datora, fie slăbirii șuruburilor care țin armătura mobilă, fie ca urmare a uzurii avansate a lagărelor datorită unei funcționări îndelungate.

În această situație se verifică și se strîng șuruburile, după care se execută reglajul armăturii mobile în raport cu cea fixă. Lagărele uzate se înlocuiesc cu altele noi confecționate din bronz sau alamă.

Ruperea spirei în scurtcircuit se manifestă prin vibrații puternice sau slăbirea strîngerii piesei în dispozitivul de strîngere, favorizată de scăderea forței electromagnetului.

Remedierea deranjamentului se face prin lipirea spirei cu un aliaj de cupru cu argint (nu este admisă lipirea cu cositor deoarece aceasta nu asigură rezistența necesară la șocuri și vibrații în timpul lucrului) sau prin înlocuirea ei în cazuri mai grave.

În cazul apariției unei remanențe magnetice, manifestată prin declanșarea greoaie a mecanismelor de strîngere și fixare, se procedează la întărirea arcului antagonist sau la înlocuirea acestuia cu altul nou executat din același material și avînd aceleași dimensiuni constructive.

În ce privește elementele hidraulice ale mecanismelor, o atenție deosebită se va acorda stării lichidului (uleiului) din instalație, care se va controla din punct de vedere al calității și dacă nu corespunde, se va înlocui. Se va evita completarea cantității de ulei din instalația mecanismului cu ulei nou, deoarece aceasta poate avea ca efect obținerea unei calități necorespunzătoare a uleiului din instalația mecanismului de strîngere (uleiul se va înlocui complet cu altul nou). Vor fi curățate filtrele mecanice și magnetice, sitele sorburilor

și cele de la orificiul de umplere, precum și rezervorul, conductele, pompele și întregul aparataj hidraulic și de comandă. În timpul întreținerii, se va evita pătrunderea de corpuri străine în aparate sau circuite.

Garniturile de etanșare și alte piese uzate sau deteriorate se vor înlocui.

O atenție deosebită se va acorda sistemului sertăraș distribuitor pentru a se micșora frecările și a se evita blocările elementelor de strîngere și fixare în timpul lucrului.

Frecările depind în general de mărimea suprafeței de frecare, de calitatea suprafeței și natura lichidului folosit. Repararea cilindrilor, pistoanelor sau sertărașelor, constă în controlarea dimensiunilor, formei și gradului de uzură, se curăță, iar în caz de uzură avansată se înlocuiesc. Se verifică starea conductelor și racordurile și se înlocuiesc cele defecte. Vor fi verificate, strînse și curățate contactele electrice, cele arse sau puternic erodate, vor fi înlocuite cu altele noi. După reparație, trebuie să se controleze funcționarea corectă a contactelor. Cînd s-a ars bobina de conectare se va înlocui cu alta nouă cu aceleași caracteristici.

În cazul elementelor pneumatice, deranjamentele survenite sînt similare cu cele produse în elementele hidraulice. O atenție deosebită se va acorda însă calității aerului comprimat. Acesta se recomandă să fie cît mai uscat și lipsit de impurități (apă, ulei sau praf), deoarece acestea favorizează în bună parte deranjamentele menționate mai sus. În acest scop se recomandă ca înainte de punerea în funcțiune a dispozitivelor de strîngere și fixare cu acționare electropneumatică, să se facă purjarea instalației de aer comprimat aferentă mașinii sau mecanismului de strîngere, pentru eliminarea impurităților și asigurarea funcționării corespunzătoare a acestora.

3.5. MECANISME PENTRU INVERSAREA MIȘCĂRILOR

În procesul de așchiere a metalelor, mașinile-unelte respective au nevoie de cele mai multe ori de schimbarea sensului mișcării.

Schimbarea sensului de mișcare apare ca necesară în general pentru mișcări rectilinii (readucerea sculelor de așchiere în poziția inițială pentru executarea unei noi treceri sau reînceperii unei noi operații de așchiere), o serie de mișcări de rotație și pentru unele mișcări de reglare sau potrivire. Mecanismele de inversare se folo-

sesc numai în cazurile în care necesitatea lor este real justificată, deoarece ele complică atît elementele constructive cît şi schema electrică de acţionare a maşinii-unelte.

Inversarea sensului de mişcare la maşinile-unelte poate fi realizată folosind dispozitive mecanice, hidraulice, electrice sau eventual prin sisteme combinate ale acestora.

Utilizarea unui anumit tip de mecanism este determinată de condiţiile impuse mecanismului de inversare a sensului de mişcare şi de posibilitatea acestuia de a satisface necesităţile tehnologice şi de exploatare. În mod curent pentru inversarea mişcării, maşinile-unelte de construcţie modernă sînt prevăzute atît cu motoare electrice de curent alternativ, cît şi motoare electrice de curent continuu. Sensul de rotire al motoarelor asincrone trifazate se poate schimba prin comutarea a două din fazele înfăşurărilor, determinînd astfel schimbarea sensului de rotaţie a cîmpului magnetic al statorului. În cazul motoarelor de curent continuu inversarea mişcării se obţine atît prin schimbarea sensului curentului din bobinajul rotorului, cît şi în bobinajul de excitaţie.

Acest procedeu de inversare a mişcărilor la maşinile-unelte prezintă avantajul că este simplu de realizat, asigurînd în acelaşi timp şi simplificarea constructivă a maşinii-unelte însăşi prin reducerea numărului cuplajelor şi mecanismelor de frînare, a angrenajelor cu roţi dinţate, precum şi a axelor şi lagărelor ; de asemenea, comanda mişcărilor este foarte simplă (comutatoare cu butoane).

În fig. 3.111 este reprezentată schema de principiu a unui sistem de acţionare cu motor electric de curent alternativ reversibil. Motoarele electrice trifazate cu rotorul în scurtcircuit, cele mai folosite pentru acţionarea maşinilor-unelte, sînt puţin sensibile faţă de schimbările bruşte ale sensului de funcţionare. Pentru toate ansamblele care nu-şi schimbă simultan rotaţia sînt necesare însă motoare individuale. De asemenea, ele sînt utilizate la frecvenţe mari de reversare. Limita superioară realizată este de 3 600—4 000 inversări pe oră la puteri pînă la 1 kW şi scade pînă la 1 800 inversări pe oră pentru puteri de 5 kW.

Cînd se cere un număr mic de inversări (circa 500—800 inversări/oră), sînt folosite motoare cu ventilaţie individuală.

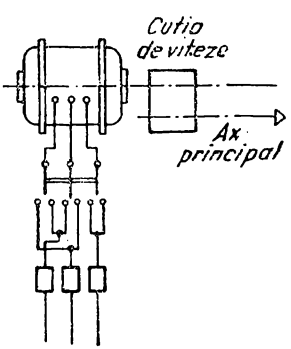


Fig. 3.111. Schema de acţionare pentru inversarea sensului de rotaţie a unui motor electric de curent alternativ.

Dacă vitezele de mers înainte și înapoi sînt diferite, mașinile unelte sînt prevăzute cu motoare cu două sau mai multe viteze. În condițiile unui număr mare de acționări pe oră, în vederea inversării sensului, în practică se utilizează sistemul automat de inversare, care constă în unirea automată a procesului de frînare cu procesul de pornire în sens invers.

Principalele elemente ale schemei de comandă pentru sistemele de inversare în curent continuu și alternativ sînt reprezentate în fig. 3.112. Astfel, schema din fig. 3.112, *a* cuprinde două contactoare C_1 și C_2 de inversare, care schimbă sensul de rotație a cîmpului magnetic al unui motor asincron, iar schema din fig. 3.112 *b*, denumită și puncte de inversare, este formată din patru contactoare de curent continuu monopolare sau din două contactoare bipolare. Polarizarea indusului motorului se schimbă în funcție de perechea de contacte care este închisă C_1 și C_2 ; C_1', C_2'.

Inversarea poate fi realizată în așa fel, încît între sfîrșitul frînării și începutul pornirii în sens invers să treacă un anumit interval de timp.

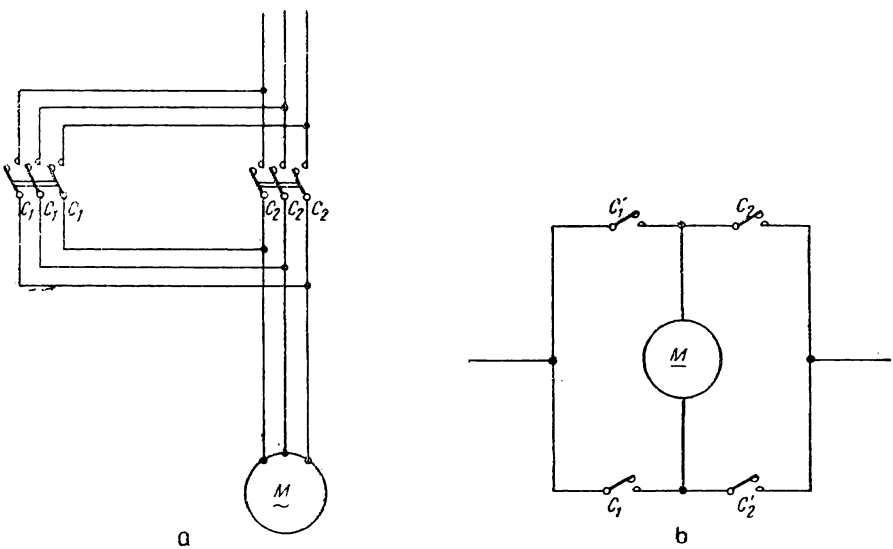


Fig. 3.112. Sistem de inversare :
a — în curent alternativ ; *b* — în curent continuu.

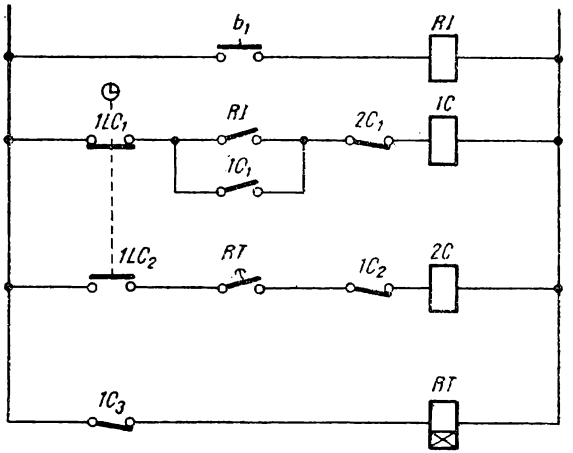


Fig. 3.113. Schema comenzii automate de inversare.

În fig. 3.113 este reprezentată schema de comandă automată a inversării folosită, atît la strunguri, cît şi la alte maşini-unelte care au mecanisme în mişcare rectilinie alternativă (raboteze, morteze etc.).

Pentru punerea în funcţiune a maşinii se apasă pe butonul de pornire b_1, închizîndu-se circuitul releului intermediar *RI*, după care anclanşează contactorul *1C* şi astfel motorul porneşte dînd posibilitatea subansamblelor maşinii-unelte (de obicei mese) să se deplaseze într-un sens (dreapta sau stînga). Mişcarea se întrerupe cînd subansamblul maşinii-unelte (capul sau masa) ajunge în poziţia extremă şi cînd opritorul comută limitatorul de fine de cursă $1LC_1$, favorizînd deschiderea contactului $1LC_1$ în circuitul bobinei *1C* şi închiderea contactului $1LC_2$ în circuitul bobinei *2C*. Contactorul *1C* deschide circuitul bobinei releului *RT* care după temporizare va închide contactul său *RT* şi va asigura anclanşarea contactorului *2C*. Motorul va porni în sens invers şi va începe să deplaseze subansamblul maşinii-unelte înapoi. Mişcarea se va termina după ce al doilea opritor va comuta limitatorul fine de cursă în poziţia iniţială, determinînd reluarea ciclului. Contactoarele *1C* şi *2C* realizează autoblocarea electrică prevenind astfel anclanşarea lor concomitentă.

Pe lîngă sistemele de inversare a mişcării descrise mai sus, în practică, pentru obţinerea mişcării reversibile (inversare) la maşinile-unelte sînt utilizate şi mecanisme de inversare cu acţionare electro-

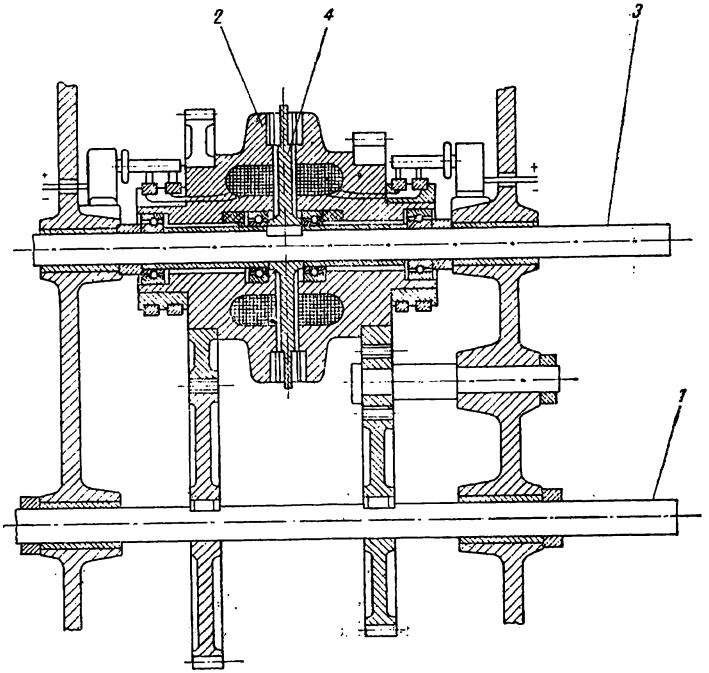


Fig. 3.114. Schema de montaj a unui cuplaj electromagnetic.

magnetică. Folosirea acestui procedeu pentru inversarea sensului de mișcare este foarte comodă, datorită comenzilor simple ce se execută cu ajutorul cuplajelor electromagnetice (vezi 3.3.4).

În fig. 3.114 este prezentat modul de montare a acestor cuplaje electromagnetice de inversare, în cutia de viteze a mașinii-unelte. De la axul de acționare *1*, prin intermediul a două angrenaje (unul cu roată, iar al doilea fără roată intermediară), corpurile magnetice *2* ale cuplajului sînt rotite în sensuri diferite. Corpurile magnetice se rotesc liber în jurul axului de ieșire *3*, pe care se află fixată armătura în formă de disc *4*, care este atrasă alternativ de bobina din stînga sau de bobina din dreapta și prin garniturile de cuplare este antrenată, cînd într-un sens de rotație, cînd în celălalt sens.

În condițiile unei deplasări axiale mici, se impune folosirea ca organe de antrenare roți dințate frontale. În dreptul inelelor colectoare, se află portperiile cu perii apăsate de arcuri pe inelele colectoare. Periile permit alimentarea cu curent a bobinelor rotitoare ale electromagneților.

Cuplajele electromagnetice cu inele colectoare prezintă dezavantajul uzurii periilor, inelelor colectoare etc., fapt ce face ca la mecanismele de inversare ale mașinilor-unelte să se utilizeze în unele cazuri cuplaje electromagnetice fixe fără inele, care înlătură acest dezavantaj, asigurînd în acest fel o întreținere mai ușoară.

În fig. 3.115 este reprezentat un mecanism de inversare cu electromagneți ficși.

Axul de ieșire *1* este ghidat de bucșa *2* asamblată cu carcasa prin intermediul scutului *3*. Pe ambele capete ale bucșei sînt fixate corpurile electromagneților *4*, împreună cu bobinele *5*. Corpurile sînt cuprinse de casetele *6*, care se rotesc pe rulmenți, neavînd însă deplasare axială. Mișcarea de rotație se transmite prin roțile conice 7 angrenate cu roata conică *8*, fixată pe axul de antrenare *9*. Prin urmare cele două casete se rotesc întotdeauna în sensuri diferite (contrare). Pe partea frontală a casetelor sînt fixate garniturile de cuplare *10*. Armăturile în formă de disc *11* ale magneților, fixate pe axul de ieșire *1*,

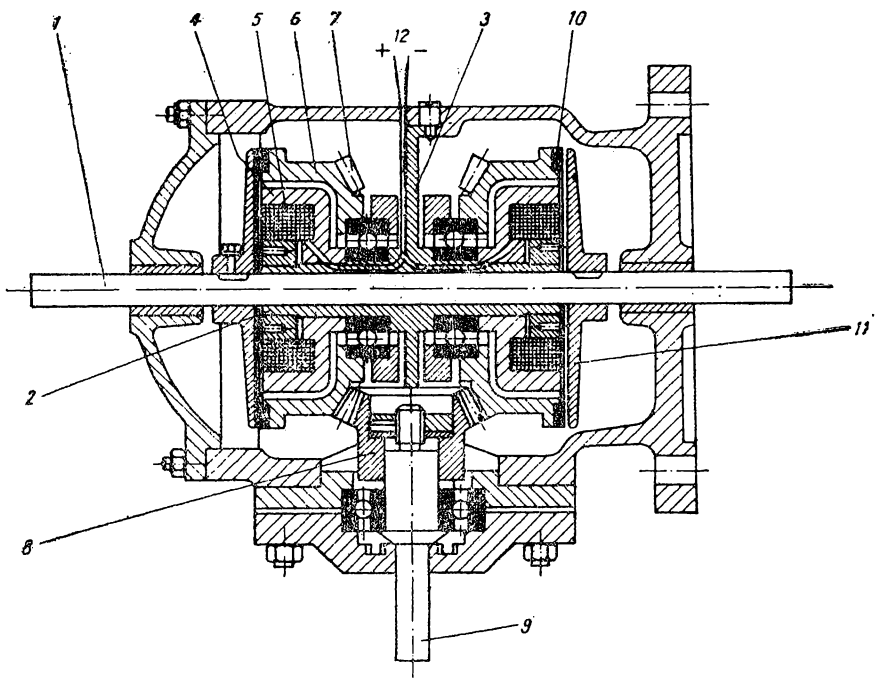


Fig. 3.115. Mecanism de inversare cu electromagneți ficși.

se găsesc la distanță mică de casete și pot fi astfel atrase de bobina respectivă, atunci cînd aceasta este pusă sub tensiune, discul se apropie de casetă pînă ce se așază pe garnitura de cuplaj fiind antrenat de acesta. Alimentarea cu curent se realizează prin conductele *12*. Întrerupînd circuitul în prima bobină și conectînd-o pe cea de a doua, discul feromagnetic atras de primul magnet este eliberat, iar celălalt disc este presat pe caseta respectivă, sensul de rotație al discurilor armăturii, și cu aceasta cel al axului de comandă, se inversează. Deplasarea mică a discurilor *11* este transmisă axului de ieșire *1*, din cauza îmbinării fixe a discurilor cu acest ax. Această deplasare însă nu depășește în mod normal cîteva zecimi de milimetru.

Dacă în urma unei uzuri exagerate a garniturilor de cuplare deplasarea axială se mărește, distanța poate fi readusă la valoarea normală prin amplasarea unuia dintre discuri pe axul de ieșire.

În general întreținerea acestor tipuri de cuplaje constă în asigurarea ungerii în timpul funcționării.

În exploatare, pentru inversarea sensului de mișcare al mașinilor-unelte, se întîlnesc în mod curent și mecanisme de inversare de tipul celor arătate în fig. 3.116. Pe axul conducător *1* sînt montate liber roata de curea *2* și conul etajat *3*. Între acestea, pe ax este montat

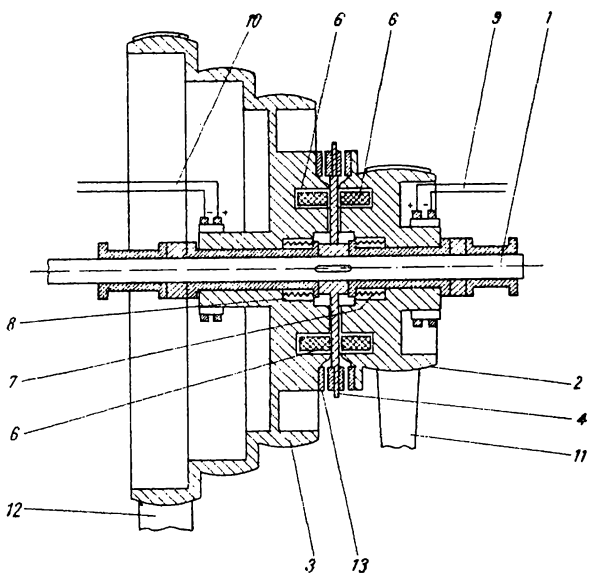


Fig. 3.116. Mecanism electromagnetic de inversare.

fix un disc feromagnetic *4*, iar de o parte și de alta a discului se găsesc montate pe fețele laterale ale roții și ale conului etajat, bobinele *6*, precum și arcurile de rapel *7* și *8*. Conductoarele electrice *9* și *10* conduc curentul electric la înfășurările bobinelor *6*. Pe roata de curea *2*, este montată o curea încrucișată *11*, pentru transmiterea mișcării în sens invers, iar pe conul etajat o curea lată *12*, pentru transmiterea directă a mișcării de rotație. Dacă prin bobinele *6* circulă curent electric, conul etajat se cuplează prin frecare cu discul feromagnetic și se rotesc împreună cu axul conducător, transmițînd mișcarea de rotație cu ajutorul curelei *12* și inelelor *13*. În cazul cînd curentul electric străbate înfășurările bobinelor, roata de curea 2 este atrasă de disc și prin cureaua încrucișată *11* și inelele de fricțiune *13*, transmite mișcarea în sens invers sensului de mișcare al axului *1*.

Acest mecanism de inversare prezintă avantajul că menajează curelele de transmisie, care nu mai sînt deplasate într-un sens sau altul pe roata de transmisie.

Frecvența inversărilor este însă limitată de imposibilitatea obținerii unei frînări rapide și de încălzirea suprafețelor de fricțiune.

Întreținerea și repararea în bune condițiuni a mecanismelor de inversare impune cunoașterea perfectă a elementelor componente și sistemelor de inversare precum și gradul de solicitare a acestora în timpul lucrului. Anomaliile ce apar în realizarea inversării sensului de mișcare al mecanismului sînt datorate de obicei unei întrețineri necorespunzătoare și efectuării unor reglaje greșite a elementelor mecanismului.

Lucrările de întreținere caracteristice mecanismelor de inversare constau în verificarea și reglarea periodică a întrefierului cuplajelor electromagnetice (în cazul mecanismelor prevăzute cu cuplaje electromagnetice), verificarea, curățirea și ajustarea periilor de contact și reglarea presiunii dintre perie și inelul colector. În cazul unei uzuri accentuate a periilor și inelelor colectoare, după ajustarea și șlefuirea acestora se va verifica și rigidiza sistemul de prindere și rigidizare a periilor (în cazul cînd acesta este slăbit) astfel încît să se evite vibrațiile de contact, care pot produce scîntei, între perie și suprafața inelului colector. La montarea periilor de contact după ajustarea lor, se impune ca ele să calce uniform pe mijlocul inelului colector și să aibă orientarea cît mai perfectă pe direcție radială.

Un rol important în ce privește precizia și rapiditatea inversării îl are starea suprafeței garniturilor sau discurilor electromagnetice de inversare, care trebuie să nu prezinte gripaje sau smulgeri de material. Uzura suprafețelor garniturilor sau discurilor de cuplare nu trebuie să depășească 10% din dimensiunile nominale.

De asemenea, se impune verificarea periodică a stării contactelor și înlocuirea celor care prezintă uzură peste limita admisibilă, curățirea de depuneri mecanice (praf, așchii metalice fine etc.) și ajustarea celor perlate, verificarea și reglarea presiunii de contact, verificarea și asigurarea strîngerii corecte a contactelor, precum și verificarea stării legăturilor flexibile, deoarece acestea în condițiile unui număr mare de manevre se pot rupe. O atenție deosebită trebuie acordată rigidizării părților fixe ale contactorului pentru a feri de șocuri sau vibrații bobina acestuia și celelalte elemente de asamblare în timpul închiderii circuitului magnetic, împiedicînd astfel slăbirea sau ruperea jugului, arderea bobinelor, bîzîitul puternic al circuitului magnetic și dereglarea contactului de comandă. În caz de slăbire a jugului trebuie să se strîngă legătura pieselor, iar cele uzate să fie înlocuite cu altele noi. După reparație trebuie să se controleze funcționarea corectă a contactelor. Cînd s-a constatat arderea bobinei de conectare aceasta se înlocuiește cu alta nouă avînd aceleași caracteristici.

Bîzîitul miezului magnetic este determinat de slăbirea tolelor care intră în componența miezului magnetic. Acest defect se remediază prin strîngerea tolelor cu ajutorul niturilor (acest defect apare de obicei la contactoarele de curent alternativ care sînt montate în circuitul de acționare).

În exploatare, reglarea contactoarelor constă în reglarea jocului sau distanței dintre contacte în poziția de conectare, succesiunea închiderii contactelor principale și a celor de blocare, reglarea presiunii de contact și controlul funcționărilor.

3.6. SISTEME DE AVANS ALE MAȘINILOR-UNELTE

În general, acționarea deplasărilor mecanismelor de avans ale mașinilor-unelte se face cu motoare electrice de curent continuu deoarece acestea au o durată de punere în funcțiune mult mai mică decît motoarele de curent alternativ și permit totodată reglarea continuă a turației în timpul mersului, dînd astfel posibilitatea reglării continue a avansului la prelucrarea pieselor în funcție de regimul de așchiere. Motoarele electrice de curent continuu utilizate pentru acționarea avansului sînt de tipul cu excitație în derivație a căror alimentare se face de la o rețea de curent continuu, de la grupuri

Ward-Leonard, de la amplificatoarele electronice etc. La alegerea variantei de acționare a avansului, un rol deosebit îl are concordanța dintre caracteristicile motorului și regimul de exploatare la care este supus.

Pentru mărirea la nevoie a intervalului de reglare, aceste motoare se combină cu diferite reductoare în trepte, adeseori sub forma unui agregat, făcînd corp comun cu motorul.

La tipurile de mașini-unelte moderne, sînt folosite curent pentru avansul periodic al mecanismelor de avans dispozitive electromecanice, electrohidraulice sau combinate.

Sistemele de avans electromecanice sînt caracterizate prin aceea că sînt simple din punct de vedere constructiv și prezintă siguranță în exploatare. Un astfel de dispozitiv este acționat de un motor electric separat pus în funcțiune automat în momentul corespunzător al ciclului, fiind capabil să execute prin intermediul unor transmisii mecanice, deplasarea necesară, după care motorul se oprește de asemenea automat. Dispozitivele electromecanice funcționînd pe baza acestui principiu sînt folosite pentru avansul automat al mașinilor de rabotat longitudinale și la mașinile semiautomate de copiat prin frezare.

În fig. 3.117 este reprezentată schema principală a mecanismelor de acest fel. Motorul electric este legat printr-o serie de transmisii

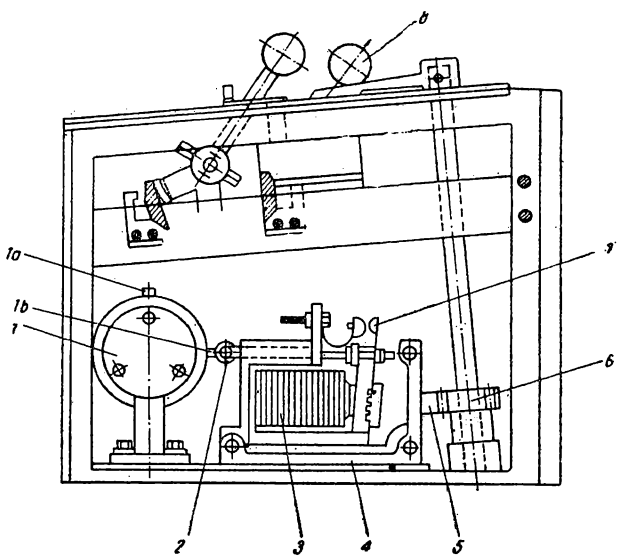


Fig. 3.117. Mecanism de avans electromagnetic.

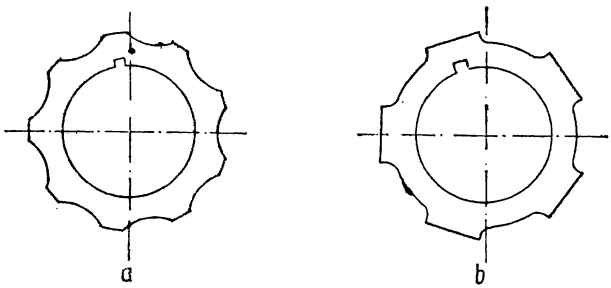


Fig. 3.118. Came de comandă.

reductoare pe al căror ax sînt fixate cîteva came *1*, prevăzute cu un număr diferit de proeminenţe (fig. 3.118).

Transmisia între ax şi motor fiind constantă, distanţa dintre fiecare pereche de proeminenţe vecine pe camă (pasul) corespunde unui anumit număr de rotaţii sau unei părţi fracţionare din rotaţia motorului (adică unei anumite lungimi de deplasare a suportului). Toate camele (montate una lîngă alta pe aceeaşi pană) au acelaşi diametru exterior. Rotind maneta *8* cu ajutorul roţii dinţate *6* şi al cremalierei *5*, fixată pe sania *4* prevăzută cu un releu pentru avansuri, sania se poate aşeza astfel, încît tija cu rola *2* să fie în dreptul uneia din came.

La sfîrşitul cursei de înapoiere a masei, opritorul fixat pe marginea laterală a acesteia închide circuitul bobinei *3* care la rîndul său închide contactele 7 întrerupte în mod normal. În acest caz, tija cu rola *2* este împinsă înainte pînă cînd vine în contact cu periferia camei corespunzătoare, favorizînd astfel punerea în funcţiune a motorului electric de avans, prin stabilirea contactului corespunzător, determinînd astfel rotirea axului cu came. Proeminenţa camei pe care se găseşte rola *2* împinge tija acesteia spre dreapta, îndepărtînd contactele 7 şi motorul va rămîne fără curent din care cauză se va opri rapid, deoarece la îndepărtarea contactelor 7 pun în funcţiune circuitul de frînare dinamică a motorului. În acelaşi timp se întrerupe şi circuitul bobinei *3*. În acest fel mecanismul de avans este pregătit pentru ciclul următor. În fig. 3.119 este reprezentată schema de montaj a mecanismului electric de avans utilizat la maşinile de rabotat longitudinal şi la maşinile de frezat semiautomate.

În cazul cînd sînt necesare curse scurte şi viteze de avans mici, cum este cazul mecanismelor pentru avansul de aşchiere la unele maşini de rectificat se folosesc mecanisme de avans termice. Schema unui mecanism termic este reprezentată în fig. 3.120.

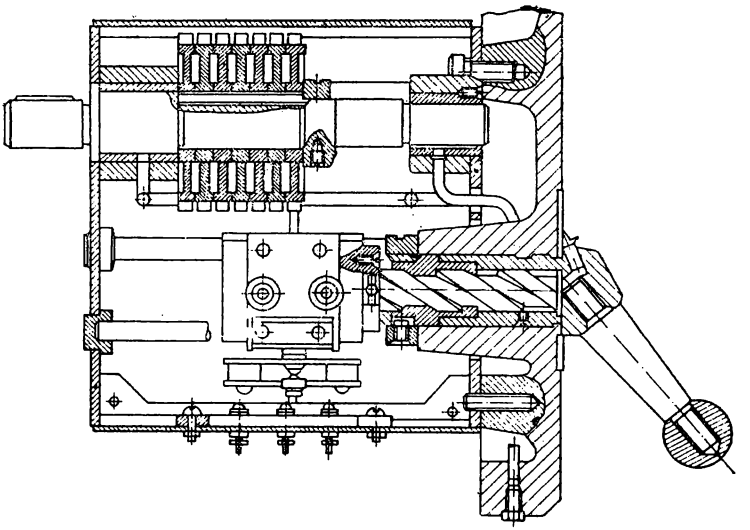


Fig. 3.119. Schema de montaj a mecanismului electric de avans.

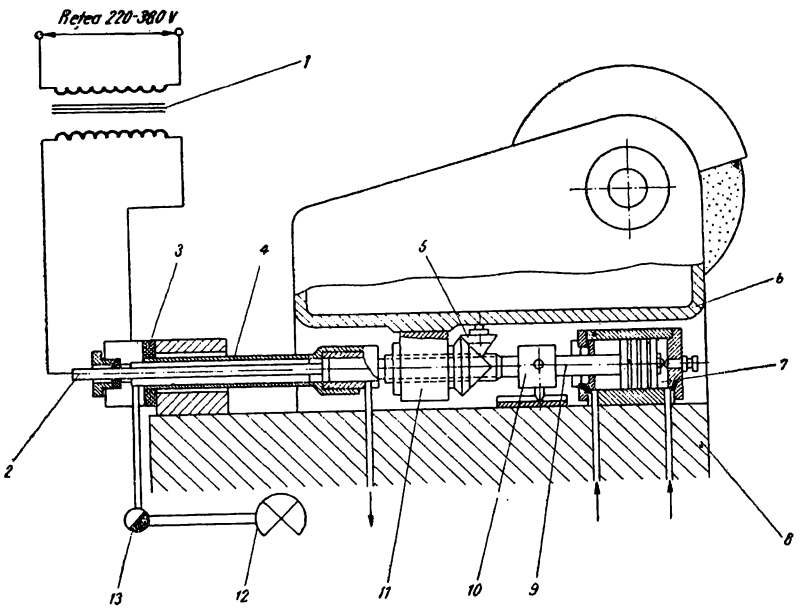


Fig. 3.120. Mecanism de avans termic.

De la transformatorul *1* curentul trece prin tija *2* către elementul de încălzire cu țevi înșurubat în capătul gol al șurubului conducător cu tijă *9*. Încălzindu-se, elementul *4* deplasează spre dreapta șurubul conductor *9*, și prin intermediul piuliței *11* păpușa de rectificat *6* cu care această piuliță este asamblată prin șuruburi. Răcirea rapidă a elementului de încălzire *4* și a tijei *2* se face cu ajutorul pompei *12*, care introduce lichidul de răcire în spațiul inelar dintre cele două piese cu ajutorul robinetului automat *13*. Deplasările rapide ale păpușii de rectificat se obțin cu ajutorul cilindrului hidraulic *7* fixat pe batiul *8*. Pistonul *10* al cilindrului este fixat la capătul șurubului conducător cu tijă *9*. Roata dințată conică *5* permite deplasarea manuală a păpușii de rectificat.

Piesa fixată prin știfturi în tija *9* are rolul de a împiedica rotirea șurubului conducător. Piesa *3* este o garnitură izolantă prin intermediul căreia robinetul *13* este legat cu încălzitorul electric *4*, prin capătul gol al șurubului conducător *9*, cu rezervorul pentru emulsie și cilindrul hidraulic *7*. Legătura cu sistemul hidraulic al mașinii se face prin intermediul unor furtune flexibile, datorită cărui fapt deplasarea păpușii de rectificat și a pieselor mecanismului pentru avansul de așchiere se face comod, fără a întîmpina vreo piedică. În ce privește reglarea vitezei de avans aceasta se realizează ușor prin reglarea tensiunii cu ajutorul unui reostat montat în circuitul încălzitorului.

În cazul mașinilor unelte de găurit multiax (agregat), pe lîngă mecanismele de avans mecanice sau hidraulice, sînt întîlnite frecvent în practică și mecanisme de avans cu acționare electrohidraulică (fig. 3.121).

Acest tip de mecanism este format din blocul *A* în care lucrează sertărașele *1* și *2* și blocul *B* în care lucrează droselele *3* și *4*, stabilizatorul și supapele *6* și *7*. Comanda panoului este electrică. Sertărașul *1* este deplasat în jos prin electromagnetul *8* a cărui armătură este solidară cu pilotul *9*.

În sus, același sertăraș se deplasează printr-un arc interior. Sertărașul *2* este deplasat în jos de electromagnetul *10*, iar în sus de un arc interior. Apropierea rapidă se obține cînd ambii electromagneți *10* și *8* sînt în circuit, ceea ce corespunde deplasării în jos a ambelor sertărașe *2* și *1*. Avansul se obține prin acțiunea electromagnetului *8*, iar în apropierea rapidă prin electromagnetul *10*. Oprirea mașinii se realizează cînd electromagneții sînt scoși din circuit. Mișcarea de avans se poate realiza cu două viteze : avansul normal prin droselul *3* și avans mic prin introducerea în serie cu droselul *3* a droselu-

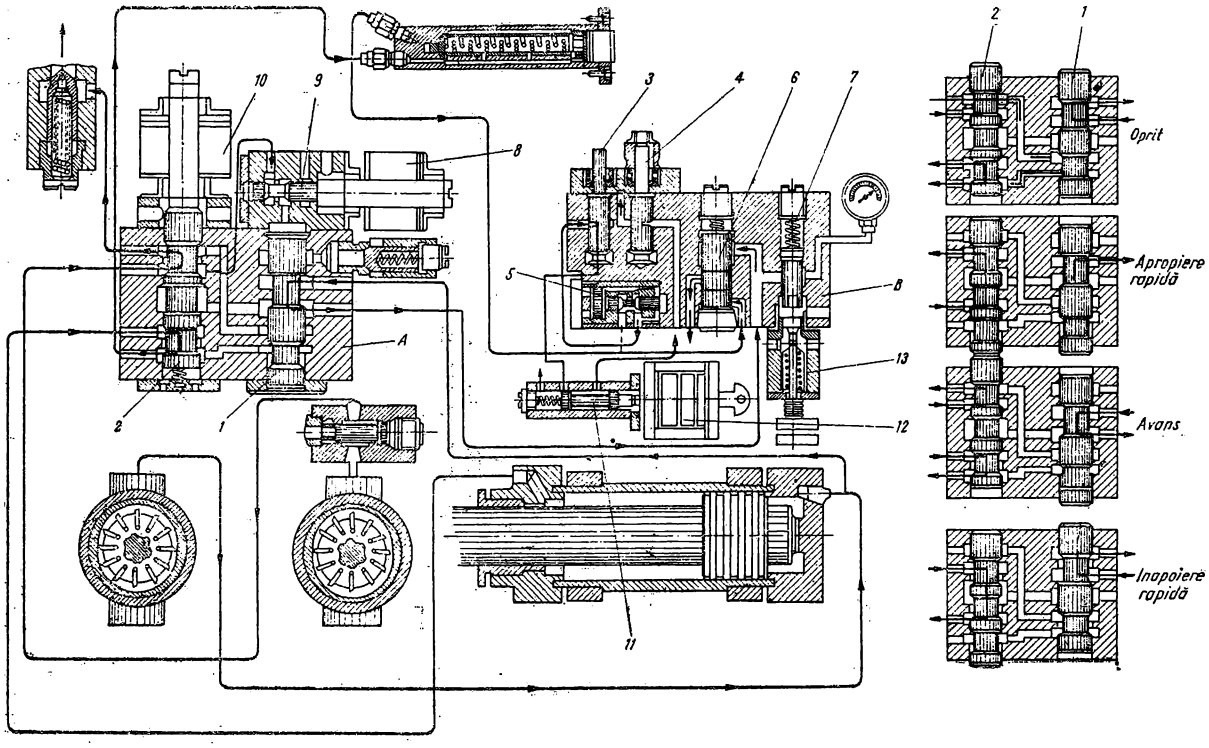


Fig. 3.121. Mecanism de avans cu acționare electrohidraulică.

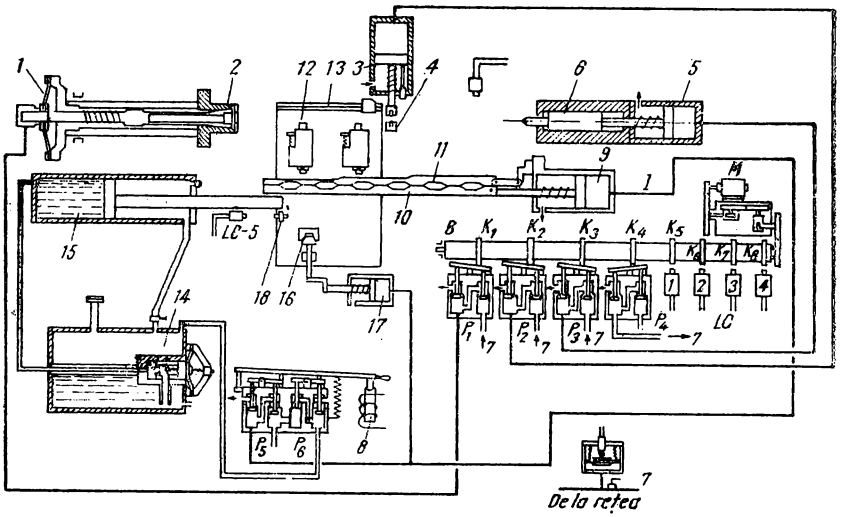


Fig. 3.122. Schema ciclului de lucru a unui mecanism de avans cu acționare electropneumatică prevăzut cu mecanism de alimentare.

lui *4*, ceea ce se realizează cu sertărașul pilot *11* acționat de electromagnetul *12 ; 13* este un releu de presiune montat în circuitul hidraulic al mecanismului de avans.

În fig. 3.122 este reprezentată schema ciclului de lucru a unui mecanism de avans cu acționare electropneumatică prevăzută cu mecanism de alimentare, utilizat la un strung de copiat cu mai multe cuțite pentru strunjirea axelor în trepte. Ca mecanism de lucru al organelor de execuție se folosesc cilindrii de acționare pneumatici sau hidraulici comandați cu ajutorul unor distribuitoare cu supape acționate direct de către camele aparatului de comandă. Dispozitivul de distribuție al aparatului de comandă este executat sub forma unui ax lung cu came *19*, care primește o mișcare de rotație continuă, cu turație constantă, de la motorul electric *M*, prin intermediul unui reductor și al unei lire cu roți de schimb. Patru dintre camele aparatului de comandă K_1, K_2, K_3 și K_4 comandă prin intermediul robinetelor pneumatice P_1, P_2, P_3 și P_4, cilindrul pneumatic cu membrană *1* al mandrinei de strîngere *2* (P_1), cilindrul pneumatic *3* al lunetei *4* (P_2), cilindrul pneumatic *5* al pinolei păpușii mobile *6* (P_3) și dispozitivul pneumatic de acționare al mecanismului de alimentare, neprezentat în figură (P_4). Aerul comprimat ajunge la aceste patru distri-

buitoare de la rețea prin conductele 7. Următoarele trei came K_5, K_6 și K_7 comandă, cu ajutorul limitatoarelor de cursă LC_1, LC_2 și LC_3, funcționarea mecanismului de avans și de alimentare cu transportorul, iar cama K_8 comandă, prin intermediul limitatorului LC_4, conectarea motorului electric principal al mașinii și a electromagnetului *8*, care realizează comutarea a două robinete pneumatice suplimentare P_5 și P_6. Robinetul P_5 comandă funcționarea cilindrului pneumatic *9* al cărui piston este solidar cu rigla mobilă *10*, care servește drept reazem pentru rigla de copiat *11*. În cazul unei deplasări a riglei de reazem cu o distanță egală cu un pas al ghearelor sale, rigla de copiat *11* se deplasează în direcție transversală împingînd portcuțitele *12* de pe sania longitudinală a mecanismului de avans *13* cu distanța inițială de pătrundere în așchie.

Robinetul P_6 lasă să treacă aerul comprimat în rezervorul de ulei *14* din care uleiul, sub acțiunea directă a presiunii aerului, intră în cilindrul hidraulic *15* care acționează sania mecanismului de avans *13* în cursa de retragere rapidă (spre dreapta). Sania mecanismului de avans *13* primește cursa de lucru de la axul de avansuri al strungului cuplat și decuplat cu ajutorul ambreiajului cu fricțiune *16*, prin intermediul cilindrului pneumatic *17* comandat de către robinetul P_6, în același timp cu cilindrul *9*, pentru deplasarea riglei de copiat în direcție transversală.

Deconectarea electromagnetului *8* și a motorului electric principal se produce în poziția limită din stînga a mecanismului de avans *13* (la terminarea cursei de lucru), datorită opritorului *18* care acționează asupra limitatorului de cursă LC_5.

Ciclul tehnologic al operațiilor se realizează în succesiunea următoare (începînd din momentul aducerii unui semifabricat pe linia vîrfurilor) :

— cama K_8 deschide robinetul P_3 al pinolei *6* a păpușii mobile care împinge semifabricatul în mandrina *2*.

— cama K_1 deschide robinetul P_1, iar cama K_2 deschide robinetul P_2 ; are loc prinderea semifabricatului în mandrina *2* și în luneta *4*.

— cama K_8 închide contactele limitatorului *LC*, pornește motorul principal și se conectează electromagnetul *8*, iar aerul trece prin robinetul *5* în cilindrii *17* și *9*. Se produce avansul de pătrundere a cuțitelor și se cuplează avansul mecanic longitudinal de lucru. Sania se deplasează spre stînga în lungul riglei de copiat fixe *11* ; are loc strunjirea în trepte a axului. În același timp cu robinetul P_5 intră în funcțiune robinetul P_6, care pune în legătură rezervorul *14* cu

atmosfera, iar uleiul din cilindrul *15* se scurge la rezervor sub acțiunea apăsării exercitate de piston ;

— cama K_4 deschide robinetul P_4, iar dispozitivul de alimentare transportă axul prelucrat de pe mașină pe transportor ;

— camele K_5 și K_6 închid contactele limitatoarelor LC_1, și LC_2, iar dispozitivul de alimentare așază axul prelucrat pe transportor și apucă semifabricatul următor ;

— în poziția limită din stînga a mecanismului de avans se deschid contactele LC_5, motorul electric de acționare se oprește, bobina electromagnetului *8* se deconectează, intră în funcțiune robinetele P_5 și P_6, se decuplează ambreiajul *15* de avans longitudinal, portcuțitele *12* se retrag din piesă, iar aerul comprimat intră în rezervorul *14*. Uleiul este împins în cilindrul *15* și are loc cursa rapidă de retragere a saniei cu mecanismul de avans *13* ;

— camele K_1 și K_2 închid robinetul P_1 și P_2 și se desface mandrina *2* și luneta *4* ;

— cama K_4 acționează robinetul P_4, iar dispozitivul de alimentare aduce semifabricatul între vîrfuri pregătindu-l pentru prindere ;

— cama K_5 întrerupe contactele limitatorului LC_1, cama K_2 închide robinetul P_2, cleștele dispozitivului de alimentare strînge axul prelucrat, iar pinola păpușii mobile se retrage eliberînd axul ;

— cama K_6 deschide contactele limitatorului LC_2, iar dispozitivul de alimentare scoate axul prelucrat și așază un nou semifabricat pe linia vîrfurilor. Ciclul se repetă.

Întreținerea și repararea mecanismelor de avans are în vedere, pe lîngă defectele de natură mecanică și stabilirea defectelor electrice, și indicarea celor mai probabile cauze și modul de remediere. Defectele mecanismelor de avans pot apărea atît la motoarele de acționare cît și la sistemele de comandă, de cele mai multe ori fiind favorizate de defectele mecanice ce apar în mecanism.

În funcție de complexitatea mecanismului de avans se impune un control lunar sau bilunar. În cadrul acestor controale se verifică tensiunile în diverse puncte din schema mecanismului (în special tensiunile care se obțin la secundarele transformatoarelor), starea reductoarelor și a camelor de comandă, sau starea contactelor, a electromagneților și sistemelor electrohidraulice sau electropneumatice (în cazul mecanismelor de avans electrohidraulice sau electropneumatice) de avans. În mod curent cele mai expuse uzării și defectării sînt părțile mobile ale echipamentului electric (electromagneții contacte etc.) a căror întreținere și reparare a fost tratată anterior.

Curățirea și ajustarea contactelor trebuie în așa fel făcută, încît să se evite rămînerea între suprafețele acestora a impurităților me-

canice sau oxizi, care ar favoriza perlarea lor. Panourile electrohidraulice sau electropneumatice ale mecanismelor de avans trebuie menținute în perfectă stare de curățenie, neadmițîndu-se scurgeri de ulei, amestecuri de praf cu ulei sau emulsie pe suprafețele acestora. O atenție deosebită trebuie acordată stării emulsiei sau uleiului din circuitele hidraulice, cum și din circuitul de răcire al elementului încălzitor sau de comandă a sertărașelor, care trebuie să fie curățat de impurități. Curățirea de impurități a uleiului și aerului (din circuitele pneumatice) se realizează cu ajutorul filtrelor.

În exploatare se impune verificarea și curățirea periodică a filtrelor mecanice și magnetice, sitele sorburilor și cele de umplere, iar de la caz la caz a rezervorului, conductelor, racordurilor flexibile, pompelor și întregului aparataj din sistemele electrohidraulice și electropneumatice ale mecanismelor de avans.

În cazul mecanismelor de avans electropneumatice, se va verifica ca aerul folosit pentru acționarea aparatelor să fie cît mai uscat (lipsit de apă sau ulei), în acest scop se recomandă purjarea instalației de aer a mașinii înainte de punerea în funcțiune.

Trebuie avut în vedere ca în timpul executării reparației să se evite pătrunderea de corpuri străine în aparatele sau circuitele hidraulice și pneumatice ale mecanismului de avans. Garniturile de etanșare, precum și orice alte piese uzate sau deteriorate vor fi înlocuite. Verificarea racordurilor trebuie făcută cu atenție și eventual înlocuite.

În caz de constatare a uzurii uleiului utilizat la mecanismele electrohidraulice de avans se recomandă să fie înlocuit ; completarea cu ulei proaspăt nu este admisă.

O atenție deosebită se va acorda sistemului sertăraș-distribuitor pentru a micșora frecările și a se evita prin aceasta blocajele în timpul funcționării mecanismului de avans (vezi § 3.4.1).

În cazul camelor de comandă, deranjamentele ce pot surveni sînt favorizate de uzura sau griparea părților active, din care cauză se produc comenzi false în sistemul de acționare. Remedierea constă în metalizarea și ajustarea, precum și șlefuirea profilului camei, după care se execută reglajul sistemului de acționare.

Camele care prezintă uzură avansată se înlocuiesc.

Înainte de punerea în funcțiune a mașinii, se verifică și se reglează funcționarea limitatoarelor de cursă din circuitul mecanismului.

3.7. SISTEME DE URMĂRIRE ELECTROPNEUMATICE ŞI ELECTROHIDRAULICE

Mecanismele de urmărire sînt utilizate în general la maşinile-unelte de prelucrat prin copiere, cărora li se cer o sensibilitate şi precizie mare. Ele sînt dotate cu sisteme electrohidraulice sau electropneumatice de copiat, precum şi sisteme electrice.

În cele ce urmează sînt examinate sistemele electrice, electrohidraulice şi electropneumatice de urmărire.

Sistemele electrice de urmărire sînt caracterizate prin aceea că au o sensibilitate ridicată, se reglează uşor sau se pot regla automat, funcţie de abaterea organului de execuţie, şi în funcţie de poziţia din fiecare moment a palpatorului mecanismului de avans, intervenind imediat ce schimbarea poziţiilor dintre organul de execuţie şi cel de comandă depăşeşte o anumită valoare. Orice deplasare a organului de execuţie (mecanismul de avans) se transmite imediat înapoi organului de comandă, printr-un circuit electric sau mecanic de legătură inversă, care influenţează viteza avansului de urmărire.

În fig. 3.123 este reprezentată schema unui mecanism de copiere prin inducţie folosit la o maşină de frezat prin copiere.

Partea principală a acestui sistem de urmărire o constituie transformatorul diferenţial *TD* al cărui indus *1* este legat cu pîrghia oscilantă *2*, care susţine lagărul *3* al axului *5*, pe care se află montat palpatorul *6* de copiat (urmărire). Pentru fiecare deplasare într-o anumită parte a acestui ax, determinată de articulaţia sferică *4*, la conturarea suprafeţei şablonului îi corespunde o anumită deplasare a indusului *1* între miezurile transformatorului *TD*. Bobinajele primare ale transformatorului Bp_1 ; Bp_2 sînt legate în serie, iar bobinajele secundare BS_1 şi BS_2 sînt legate în derivaţie. Cînd indusul ocupă poziţia mijlocie, tensiunea la capetele bobinajului secundar al transformatorului este nulă. La ieşirea indusului din poziţia mijlocie, la capetele acestui bobinaj apare o tensiune a cărei mărime este proporţională cu abaterea indusului *1* faţă de o poziţie mijlocie, iar faza este determinată în sensul abaterii.

În exploatare, pe lîngă sistemele de copiat inductive sînt utilizate frecvent şi mecanisme de urmărire prevăzute cu dispozitive de amplificare, care serveşte la întărirea impulsurilor slabe ale mecanismului de urmărire pînă la valoarea necesară pentru comandă.

În fig. 3.124 este reprezentată schema acestui sistem de urmărire utilizat, atît la maşinile de frezat, cît şi la strunguri. Presiunea redusă a şablonului *10*, exercitată asupra palpatorului *9* al dispozitivu-

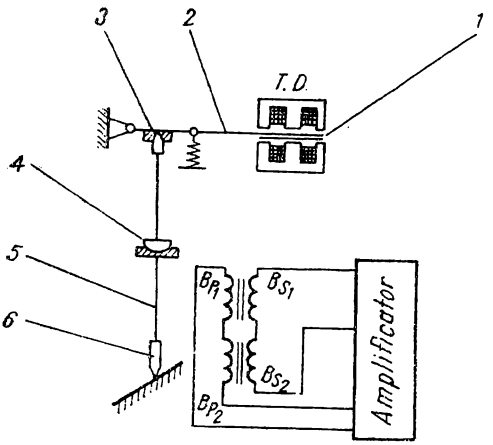


Fig. 3.123. Mecanism de copiere (urmărire) prin inducție.

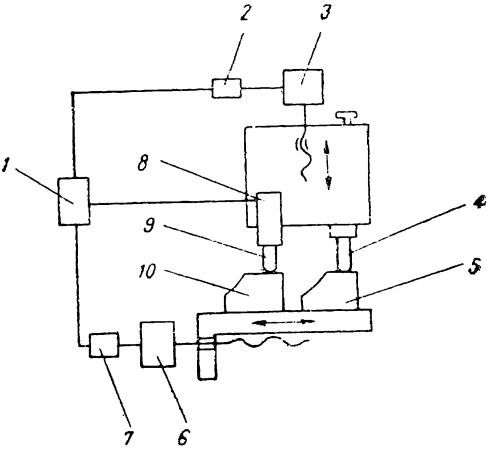


Fig. 3.124. Mecanism de urmărire cu dispozitiv de amplificare.

lui de urmărire *8*, determină deplasarea palpatorului care trimite impulsul la amplificatorul *I*. Impulsul amplificat este trimis la subansamblele *2* și *7* de comandă ale mecanismelor de excitație (de avans), *3* și *6* astfel, încît freza sau cuțitul *4* reproduce în piesa de prelucrat *5* forma șablonului *10*. În practică la mecanismele de acționare pentru avansuri sînt folosite motoare de curent continuu la care rolul subansamblului de comandă îl joacă bobinajele de excitație ale motoarelor respective. În sistemele de amplificare forța de apăsare a șablonului asupra palpatorului trebuie să realizeze numai deplasarea pieselor corespunzătoare de la mecanismul de urmărire, adică trebuie să fie mică.

Sistemele de urmărire electrohidraulică sînt formate dintr-o combinație de dispozitive electrice și hidraulice prezentînd în exploatare avantajele acestora.

Totuși, aceste avantaje pot fi folosite numai în cazul unor sisteme de bună calitate capabile să transforme semnalele electrice într-o deplasare mecanică a distribuitorului hidraulic. Aceste sisteme servesc pentru a stabili legătura între blocul care generează tensiunea electrică de comandă și sertărașul care distribuie lichidul în motorul hidraulic de execuție în concordanță cu tensiunea electrică de comandă.

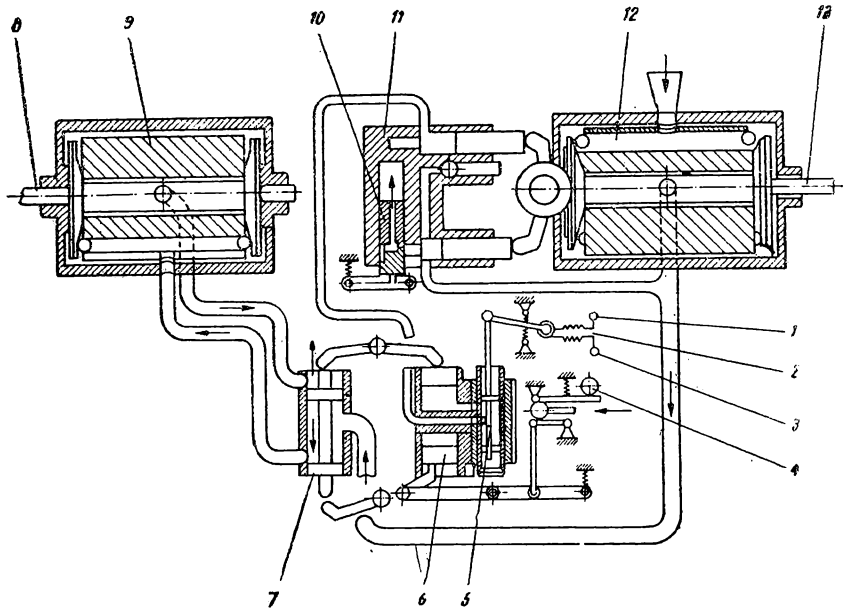


Fig. 3.125. Sistem de urmărire electrohidraulic.

În fig. 3.125 este reprezentat un sitem electrohidraulic de urmărire, prevăzut cu un sertăraş cu mişcare oscilantă. La acest sistem semnalele de intrare sînt primite sub forma unei tensiuni electrice alternative, semnalul de reacţie şi semnalul de intrare ajungînd la dispozitivul diferenţial *2* (de măsurare a erorii). Tensiunea la bornele *1* şi *3* ale acestui dispozitiv este proporţională cu eroarea. Semnalul de comandă asigură deplasarea sertăraşului auxiliar *5*. În cazul micşorării frecării, acest sertăraş primeşte o mişcare oscilantă cu o frecvenţă de aproximativ 30 Hz. În acest scop se foloseşte excentricul *4*, care se roteşte cu o turaţie constantă ; amplitudinea oscilaţiilor este determinată de valoarea excentricităţii.

Sertăraşul auxiliar comandă deplasarea pistonului auxiliar *6* solidarizat cu sertăraşul principal *7* prin care este alimentat motorul hidraulic de execuţie *9*. Pompa de alimentare *12* cu debit reglabil, acţionată de un motor electric prin intermediul arborelui conducător *13*, este legată cu regulatorul *11* al debitului de lichid în funcţie de sarcină, precum şi cu supapa de siguranţă *10*. Viteza unghiulară a arborelui de ieşire *8* al motorului de execuţie *9* depinde de debitul pompei.

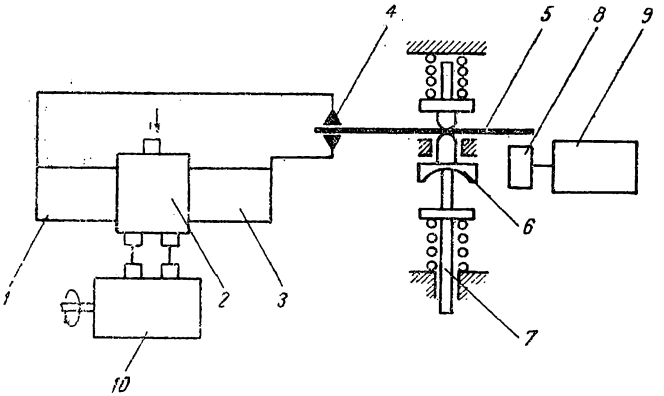


Fig. 3.126. Schema sistemului electropneumatic de urmărire.

Pe lîngă aceste sisteme de urmărire, la mașinile-unelte pentru prelucrarea metalelor sînt folosite și **sisteme de urmărire electropneumatice.**

În fig. 3.126 este reprezentată schema de principiu a sistemului de urmărire electropneumatic prevăzut cu contacte electrice. În această schemă mecanismul de avans este acționat de către motorul pneumatic *10*, alimentat prin sertărașul distribuitor *2*, care este comandat de către electromagneții *1* și *3*. Contactele electrice *4* sînt închise de către lama *5*, acționată de către motorul electric *9* prin intermediul excentricului *8*. Tachetul *6* al lamei *5* se află sub acțiunea degetului de copiat *7*. Datorită vibrației contactelor provocată de către excentricul *8* crește precizia sistemului ca și în cazul sistemelor de urmărire electrohidraulice. Oscilațiile trebuie să aibă însă o amplitudine corespunzătoare punctului de comutare a contactelor.

Întreținerea și repararea mecanismelor de urmărire are în vedere remedierea defectelor care apar în realizarea ciclului unui mecanism de urmărire și mai ales la unul din elementele componente ale acestuia, care se datorează în mod curent închiderii sau deschiderii întîmplătoare a unuia sau mai multor contacte, relee etc., ceea ce are ca efect comanda neprevăzută a unor elemente de execuție ale mecanismului (distribuitoarele hidraulice sau pneumatice). Închiderea și mai ales deschiderea întîmplătoare a contactelor pot fi cauzate de cele mai multe ori de trepidația panoului pe care sînt montate aparatele în timpul lucrului, precum și din cauza arcului electric de rupere provocat de conectarea și deconectarea aparatului.

Contactele aparatelor se pot suda mai ales atunci cînd acestea nu corespund puterii la care trebuie să lucreze, ori sînt executate din materiale necorespunzătoare sau sînt oxidate. O atenție deosebită trebuie acordată întreținerii și exploatării transformatorului diferențial (la mecanismele de urmărire prevăzute cu transformator).

La montarea transformatorului trebuie să se aibă în vedere o fixare mecanică cît mai corectă și executarea schemei de legături conform indicațiilor din documentația tehnică a mașinii, precum și reglarea corectă a unor contacte, atît la bornele înfășurărilor, cît și la bornele de legare la pămînt. Periodic se verifică starea contactelor și a izolației înfășurărilor, curățîndu-se în același timp de praf piesele izolate.

În funcționarea corectă a mecanismelor de urmărire, un rol important îl au dispozitivele hidraulice și pneumatice. Deranjamentele acestora sînt determinate în general de uzura sau dereglarea elementelor mecanice, favorizate de slăbirea sistemului de pîrghie al palpatorului (care trebuie să mențină în continuu palpatorul presat pe șablon), scăpările de ulei sau aer din circuitele hidraulice și pneumatice ale sertărașelor sau motoarelor hidraulice și pneumatice, pierderile de presiune în conductele flexibile, oscilațiile în funcționare a limitatoarelor de avarii ale saniei. Remedierea acestor deranjamente constă în reglarea sistemului de pîrghii ale palpatorului, verificarea funcționării conductelor și racordurilor flexibile și înlocuirea celor defecte, curățarea filtrelor de ulei ale sistemului hidraulic. În ce privește sertărașele acestea se verifică după demontare, iar în caz că prezintă uzură sau gripaje se înlocuiesc. O atenție deosebită trebuie acordată poziției limitatoarelor (contactelor) de avarie ale saniei mecanismului de avans ; acestea se controlează și se reglează periodic. Pentru buna funcționare a mecanismului de urmărire, trebuie ținut seama ca reglajul contactului limitatorului de avarii să nu fie strîns, deoarece mașina este expusă opririlor repetate în timpul lucrului, în special atunci cînd regimul de lucru este prevăzut să se execute cu avansuri mari și cu profile în trepte.

3.8. REGULATOARE ȘI SISTEME DE REGLARE AUTOMATĂ AFERENTE UTILAJULUI INDUSTRIAL

Regulatoarele folosite în instalațiile de reglare automată a mașinilor-unelte sau liniilor automate pot fi : hidraulice, pneumatice, electrice etc. Ele permit măsurarea dimensiunilor reglate și transmit

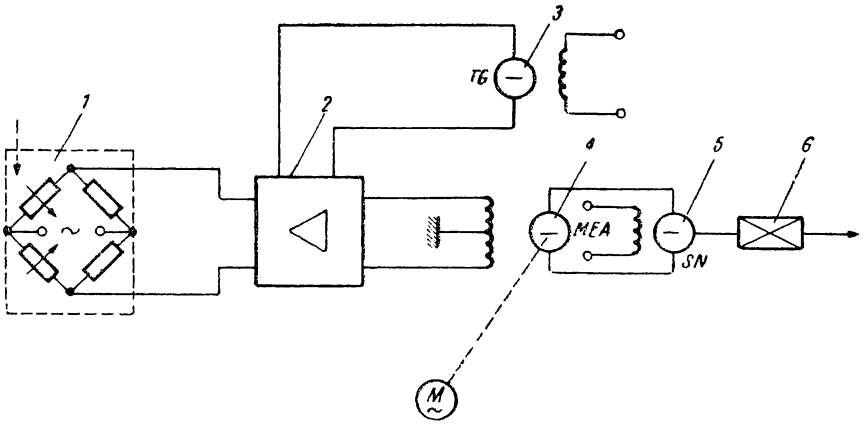


Fig. 3.127. Schema de principiu a regulatorului cu excitație independentă : *1* — dispozitiv de măsurat ; *2* — amplificator ; *3* — tahogenerator ; *4* — mașină electrică amplificatoare ; *5* — servomotor ; *6* — reductor.

mai departe valoarea măsurată ca mărime de acționare a mecanismului de avans, permițînd în același timp ajustarea mărimii de execuție. În acest scop regulatorul este prevăzut cu un element de execuție, constituit în general dintr-un amplificator și un servomotor.

De obicei mărimile electrice amplificatoare folosite ca regulator pot fi :

— cu excitație independentă (fig. 3.127) acționate prin generator motor ; prezintă dezavantajul că au inerție mare la pornire și sensibilitate redusă, din care cauză necesită amplificatoare complicate de tip electromagnetic sau electronic.

— cu autoexcitație sînt cunoscute în practică sub numele de rototrol. Principiul de funcționare al mașinilor electrice amplificatoare utilizate la aceste regulatoare se bazează pe caracteristica neliniară de magnetizare a acestora. În exploatare sînt utilizate frecvent la utilajele de tip mai vechi, ca regulatoare avînd rototrolul cu două etaje (fig. 3.128).

În cazul utilajelor de construcție modernă sînt utilizate regulatoare cu motor de curent continuu și cu amplificator cu elemente semiconductoare pentru comanda motorului prin circuitul rotorului (fig. 3.129). La regulatoarele electrice se utilizează adesea în calitate de servomotoare cuplaje electromagnetice. Schema de principiu a

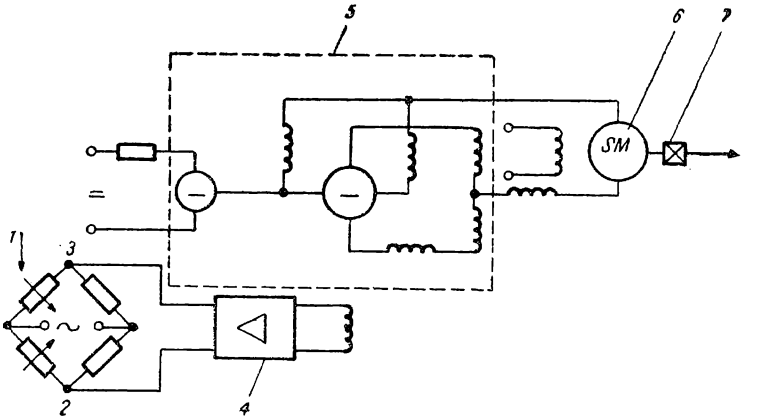


Fig. 3.128. Schema regulatorului cu rototrol :

1 — intrarea elementului reglat ; *2* şi *3* — legături ale amplificatorului de tensiune ; *4* şi *5* — rototrol ; *6* — servomotor ; *7* — reductor.

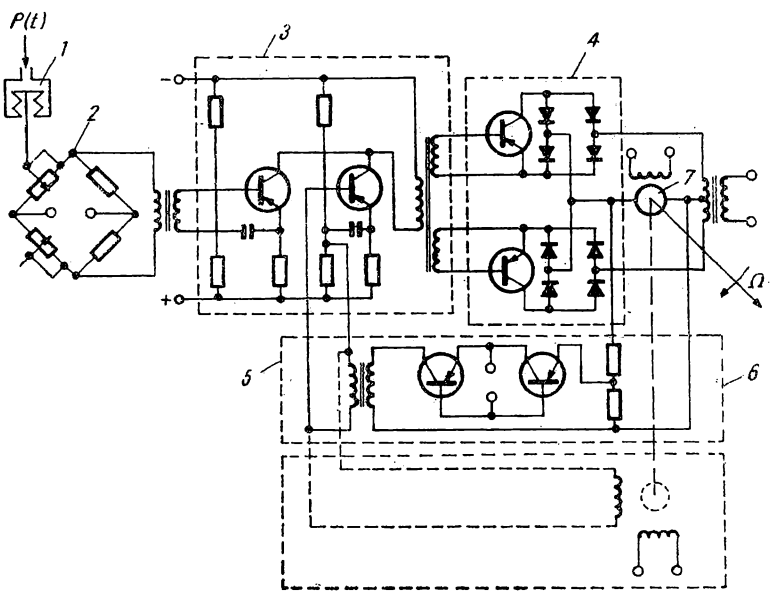


Fig. 3.129. Schema regulatorului de curent continuu şi cu amplificator cu elemente semiconductoare :

1 — element de măsurare ; *2* — element de comparaţie ; *3* — etajele de amplificare şi însumare ; *4* — etajul final ; *5* — reacţia ; *6* — variantă a reacţiei tahometrice ; *7* — motor electric ; — mărimea de ieşire a regulatorului (viteza unghiulară).

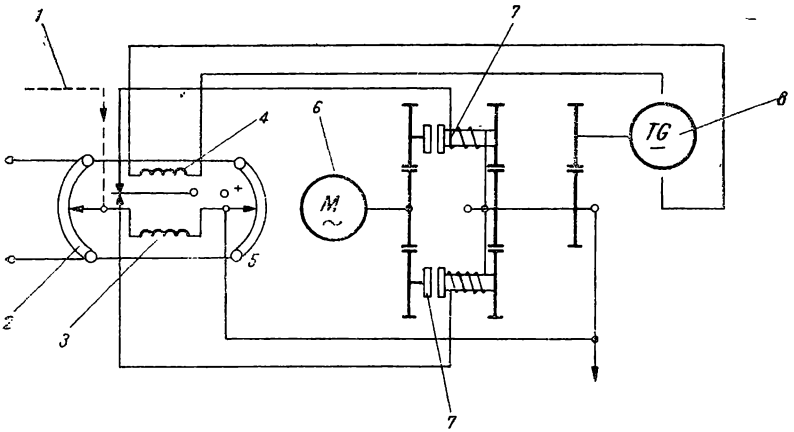


Fig. 3.130. Regulator electric cu cuplaj electromagnetic :
1 — element de citire ; *2* — potenţiometru de intrare ; *3* — înfăşurarea de comandă a releului ; *4* — înfăşurarea reacţiei de viteză ; *5* — potenţiometru de reacţie ; *6* — motor electric ; *7* — cuplaje electromagnetice ; *8* — tahogenerator.

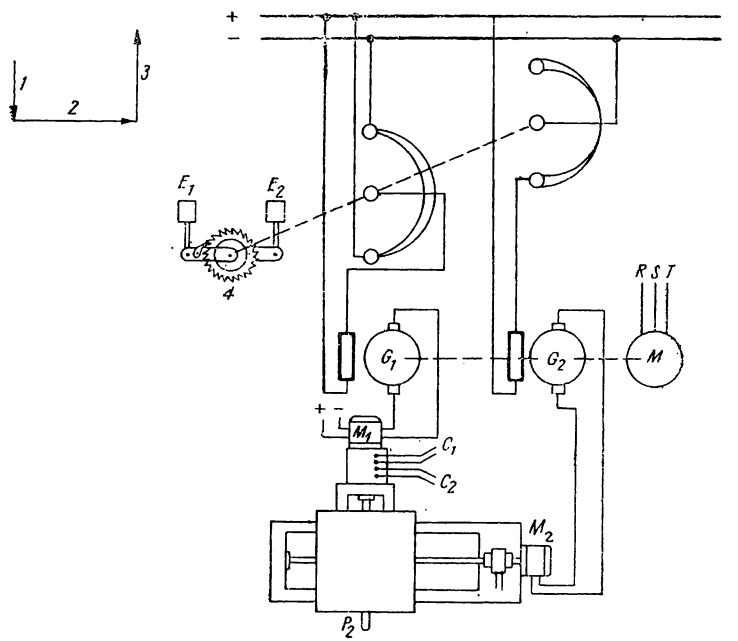


Fig. 3.131. Regulator cu excitaţie independentă.

unui astfel de regulator este reprezentată în fig. 3.130. Semnalul transmis de la elementul de măsurare ajunge la montajul în puncte format de două regulatoare la intrare și din circuitul de reacție.

În diagonala punții este conectată înfășurarea de comandă a releului polarizat, care are rolul de a comanda circuitul de excitație al înfășurărilor cuplajului electromagnetic.

În exploatarea mașinilor unelte automate, o largă utilizare au căpătat regulatoarele cu excitație independentă a căror comandă se face prin intermediul unor palpatoare și dispozitive de reglare simple, avînd în același timp și o întreținere ușoară. Așa cum reiese din figura 3.131, suportul transversal al unui strung este antrenat de motorul M_1 prin cuplajul C_1, iar suportul longitudinal de motorul M_2 prin cuplajul C_2.

Reglarea motoarelor de avans ale mașinilor în limite cît mai largi, pentru a putea asigura o palpare (copiere) pe cît posibil continuă pe conturul șablonului se face cu grupul generator Ward Leonard. Motoarele M_1 și M_2 sînt alimentate de generatoarele G_1 și G_2 ale căror excitații sînt conectate la rețea prin cîte un reostat de reglare. Aceste reostate de reglare sau regulatoare sînt cuplate mecanic între ele, iar comutarea se face cu ajutorul unui dispozitiv de comutare „pas cu pas" acționat pe cale magnetică. Funcția de primirea impulsului de comandă de la cei doi electromagneți E_1 și E_2, comutarea regulatoarelor se face, fie în sensul acelor de ceasornic, fie în sens contrar. Rezistențele sînt astfel conectate încît la poziția orizontală a brațelor regulatoarelor motorul pentru avansul transversal M_1 să fie fără tensiune, iar motorul pentru avansul longitudinal M_2 să lucreze cu turația maximă. În cazul cînd brațele regulatoarelor stau în poziție verticală, motorul pentru avansul transversal M_1 lucrează la turația maximă în timp ce motorul avansului longitudinal M_2 este deconectat. Regulatorul motorului pentru mișcarea transversală este prevăzut cu o conexiune potențiometrică, ceea ce face ca motorul să-și schimbe sensul de rotație cînd brațul regulatorului trece din sfertul de jos al semicercului de contact în cel de sus. La toate contururile cu pantă descendentă brațele regulatoarelor se mută în sus prin comanda *1* a palpatorului. La contururile orizontale, brațele stau în poziție orizontală, iar la contururile cu pantă ascendentă ele se mută în sus prin comanda *3* a palpatorului. Prin urmare, poziția regulatoarelor corespunde întotdeauna pantei conturului de palpat (copiat).

Pentru amplificarea tensiunilor mici ale regulatoarelor și pentru comanda motoarelor sînt folosite frecvent amplidinele, deoarece necesită puteri de comandă foarte mici fiind caracterizate în același timp printr-un coeficient de amplificare mare și inerție foarte mică

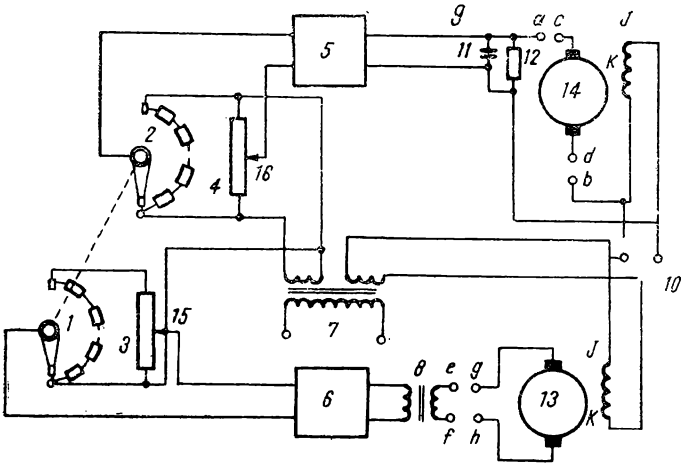


Fig. 3.132. Schema de conexiuni a sistemului de copiere de la mașina de frezat.

(sau aproape deloc). În fig. 3.132 este reprezentată schema de conexiuni a comenzii de acest gen la sistemul de copiere al unei mașini de frezat. Regulatoarele *1* și *2* sînt legate în punte cu rezistențele *3* și *4*. Punțile sînt alimentate prin intermediul transformatorului *7*. Tensiunea diagonală a punții se ia de la cele două cursoare ale regulatoarelor și la punctele de priză *15* și *16* ale celor două rezistențe *3* și *4* ale punții și se aplică amplificatoarelor *5* și *6*. În cazul în care cele două cursoare ale regulatoarelor se află în poziție orizontală puntea este echilibrată, tensiunea punții aplicate amplificatoarelor *5* și *6* se anulează. Cu cît cursoarele se deplasează mai mult de poziția orizontală, cu atît crește și tensiunea punții aplicată amplificatoarelor *5* și *6*. Valoarea maximă a tensiunii punții, care se aplică amplificatoarelor este atinsă atunci cînd poziția cursoarelor de la regulatoare este verticală. De obicei, sensul tensiunii punții aplicate amplificatoarelor este în raport cu poziția deplasării celor două cursoare față de poziția orizontală. Regulatorul *1* comandă motorul *13* pentru antrenarea mișcării verticale a suportului mașinii de frezat, iar regulatorul *2* comandă motorul *14* pentru antrenarea mecanismului de avans orizontal. Prin intermediul amplificatoarelor *5* și *6* se mărește în mod corespunzător tensiunea punții. Transformatorul *8* servește la adaptarea tensiunii amplificate la motorul *13*. Pentru operația de copiere bornele *e—g ; f—h ; a—c ;* și *d—b* reprezentate în schemă sînt scurtcircuitate. În cazul cînd direcția princi-

pală de copiere trebuie modificată (copiere interioară, exterioară sau după un contur închis), se impune modificarea acestor legături la borne. Tensiunea pentru excitația motorului *13* al antrenării mecanismului de avans vertical se ia de la redresorul *10*, favorizînd astfel pornirea lentă a motorului corespunzător cu deplasarea cursorului de la regulator pînă cînd ajunge la turația maximă (deplasarea în sus sau în jos se face în funcție de deplasarea cursorului). Pentru ca motorul mișcării de avans orizontal să lucreze la rîndul său cu turația maximă cînd cursorul regulatorului *2* se găsește în poziția orizontală și tensiunea punții se anulează, schema este prevăzută cu o sursă adițională de curent de la care se alimentează indusul motorului *14*. Redresorul *9* prevăzut în schemă are rolul de a permite trecerea tensiunii aplicate a punții numai într-o singură direcție.

Oprirea motoarelor de acționare se face în funcție de deplasarea cursoarelor regulatoarelor *1* și *2* către poziția orizontală.

Întreținerea și repararea mecanismelor regulatoare

Constă în prevenirea deranjamentelor și a uzurii elementelor componente ale mecanismelor care intră în componența regulatoarelor. O deosebită importanță o are verificarea elementelor mobile ale echipamentului electric care sînt cel mai mult expuse uzurii și defectării. Curățirea și ajustarea contactelor se recomandă să fie făcută în asemenea condiții încît să se evite dereglarea lor prin îndoire. Curățirea amplidinelor de praf și a colectorului de negreală sau de alte impurități are ca scop de a preveni încălzirea acestora în timpul lucrului. La aparatele reostat pentru reglarea funcționării și îndepărtarea defectelor cauzate de funcționarea anormală a contactelor sau deteriorarea izolației, un rol important îl are curățarea și ajustarea contactelor, verificarea izolației și reglarea presiunii de contact.

În ce privește întreținerea redresoarelor din schemele de comandă ale mecanismelor de copiere prevăzute cu regulatoare constă în general în asigurarea unei temperaturi de lucru normală la sarcina nominală, care se realizează prin montarea plăcilor redresoare în poziție verticală una lîngă alta dînd posibilitate aerului să circule ușor printre plăci (favorizînd astfel răcirea acestora). Răcirea plăcilor poate fi făcută corect îndepărtînd praful sau umezeala de pe suprafața lor.

Trebuie evitată încărcarea excesivă a plăcilor redresoare prin depășirea valorilor nominale ale tensiunilor alternative. Transformatoarele care lucrează în schemele de comandă cu regulatoare nu tre-

buie să funcționeze cu înfășurările secundarului deschise, deoarece în caz de funcționare îndelungată în această situație are ca rezultat o încălzire excesivă a miezului magnetic. De asemenea, controlul contactelor și a izolației înfășurărilor, precum și curățirea de praf a pieselor izolante are un rol deosebit în buna funcționare a acestora.

Întreținerea regulatoarelor (servomotoare) de tipul cuplajelor electromagnetice constă în controlul și reglarea periodică a acestora. Un rol important în ce privește întreținerea mecanismelor de copiat cu regulatoare îl joacă executarea reglajului periodic al acestora în condițiile unei exploatări normale.

Defectele palpatorului de la mecanismele de copiat se identifică ușor, deoarece acestea sînt caracterizate prin aceea că odată cu apariția defectului șablonul nu mai este urmărit corespunzător. Acest deranjament este determinat fie de oxidarea contactelor regulatorului, fie de deteriorarea electromagneților, care constă în slăbirea contactelor acestora sau de vibrații ale părții magnetice.

Remedierea acestor defecte se face prin curățirea contactelor de oxizi sau negreală, iar în cazul cînd se constată lipiri ale contactelor, se impune ajustarea și șlefuirea acestora, cum și reglarea distanței dintre contacte. Lipirea contactelor determină oprirea mecanismelor de avans. Funcționarea corectă a mecanismelor de copiat este realizată prin efectuarea reglajului dintre palpator și șablon în conformitate cu indicațiile date de constructor în cartea tehnică a mașinii.

3.9. MECANISME DE COMANDĂ A CICLULUI AUTOMAT DE FUNCȚIONARE A MAȘINILOR-UNELTE

În vederea realizării unor regimuri complexe de comandă ale mașinilor-unelte automate sau de tip agregat, prevăzute cu un număr mare de circuite, se folosesc mecanisme de comandă. La aceste mecanisme de comandă pentru realizarea diferitelor comutări, în componența lor sînt prevăzute o serie de discuri sau tambure pe care sînt montate came de impuls. Camele pot fi deplasate pe periferia discului sau tamburului, determinînd astfel momentul cuplării sau decuplării mecanismelor corespunzătoare din circuitul de comandă.

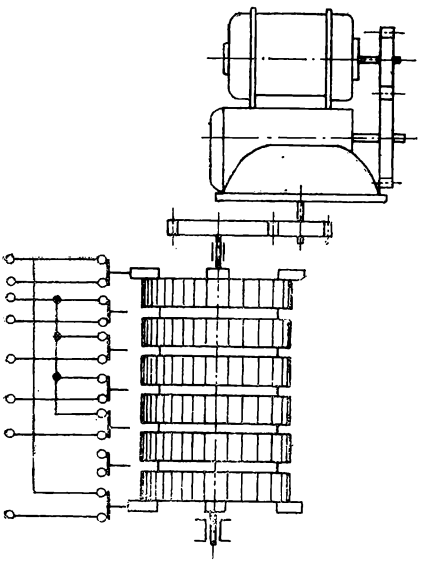


Fig. 3.133. Mecanism de comandă cu tambur cu mișcare de rotație continuă.

În fig. 3.133 este reprezentat un mecanism de comandă cu tambur cu mișcare continuă, iar în fig. 3.134 este reprezentat un mecanism de comandă cu mișcare periodică de rotație utilizat la o serie de linii automate în componența cărora intră mașinile-unelte agregat sau automate pentru prelucrarea carcaselor stator ale mașinilor electrice etc.

Mișcarea este transmisă de la un dispozitiv de acționare separat prin intermediul angrenajului cu melc și al roților dințate de schimb *1*, la axul de comandă *2* prevăzut cu un număr egal de came *4*. Pe aceste came se sprijină în permanență cu ciocurile lor pîrghiile *5*, care se pot roti în jurul unor axe fiind legate între ele două cîte două prin intermediul arcurilor *3*.

În momentul în care degajările camei ajung în dreptul ciocului unei pîrghii acesta se rotește sub acțiunea arcului, iar prin intermediul tijei *6* acționează contactul *7*, transmițînd astfel impulsul de comandă. Axul *2* are o mișcare de rotație discontinuă de 30—60° în funcție de numărul necesar de impulsuri de comandă. Motorul său de acționare este deconectat și frînat după fiecare rotație a roții melcate, care acționează axul *2*. Axul de comandă rămîne în poziția de repaus pînă în momentul în care circuitul motorului său de acționare este conectat de semnalul care transmite executarea comenzii. Mecanismul de comandă este rotit prin intermediul angrenajului cu melc *8*, cama *9* (care la rîndul ei acționează asupra unui limitator de cursă) transmite un semnal în momentul revenirii sistemului în poziția inițială.

Acest tip de mecanisme de comandă prezintă avantajul că au gabarit mic. Au însă dezavantajul că sînt complicate din punct de vedere constructiv și necesită un număr mare de circuite și aparate electrice de comandă de tip electrohidraulic cu mișcare de rotație periodică.

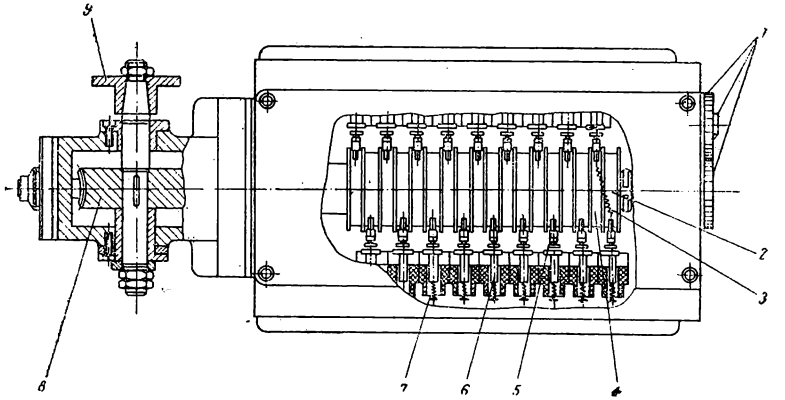


Fig. 3.134. Mecanism de comandă electric cu mișcare de rotație periodică.

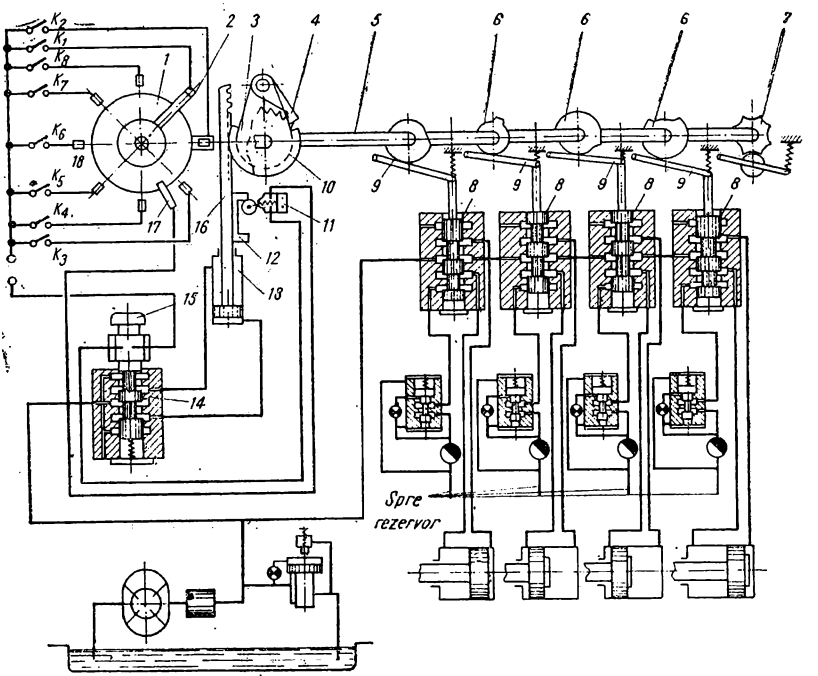


Fig. 3.135. Schema de principiu a unui aparat de comandă electrohidraulic cu mișcare de rotație periodică.

În fig. 3.135 este reprezentată schema de principiu a unui aparat de comandă cu mișcare de rotație periodică de tip electrohidraulic.

Organul de comandă al acestui mecanism începe să se rotească în momentul în care primește semnalul de îndeplinire a comenzii precedente și se oprește după ce trimite semnalul de comandă următor.

Pe axul *5* al mecanismului de comandă sînt fixate camele *6*, al căror profil trebuie să asigure îndeplinirea tuturor fazelor ciclului de funcționare al mașinii (sau liniei) în timpul unei rotații a axului. Pe același ax sînt fixate roata de clichet *10* și peria *2* a comutatorului cu discul *1*, izolată electric față de axul *5*. Sectorul *3* este montat liber pe ax, iar la fiecare oscilație a sectorului clinchetul *4*, suspendat pe acest sector, rotește roata de clichet *10* împreună cu axul *5*. Sectorul *3* primește mișcarea de oscilație de la tija cremalieră *16* pe care se mai află opritorul bilateral în formă de potcoavă *12*, care la cursa de sus închide, iar la cursa de jos deschide contactul limitatorului de cursă *11*. La periferia discului *1* sînt montate bornele de contact *18*, iar la fiecare bornă este legată cîte o ramură a circuitului de alimentare a unor limitatoare de cursă cu contactele K_1—K_8 normal deschise. A doua ramură a acestor circuite este comună și, prin intermediul electromagnetului *15*, care acționează sertărașul *14*, al limitatorului de cursă *11*, și al bornei *17*, este legată la discul *1* al comutatorului. În consecință, atîta timp cît peria *2* a comutatorului se află la una din bornele *18*, electromagnetul *15* este deconectat pînă în momentul în care se închide contactul limitatorului de cursă K_1 corespunzător, care controlează executarea comenzii precedente. În timpul cît contactele limitatoarelor de cursă K_1 sînt deschise, tija *16* se află în poziția de sus, iar contactul limitatorului *11* este închis.

Semnalul de terminare a executării comenzii precedente este dat prin acționarea contactului limitatorului K_1, favorizînd astfel închiderea contactului său. Electromagnetul *15* primind curent permite sertărașului *14* să se deplaseze în jos, favorizînd pătrunderea lichidului sub presiune în camera de sus a cilindrului hidraulic *13*, iar tija acestuia deplasîndu-se în jos armează clinchetul *4* pentru rotirea roții de clinchet *10*. La sfîrșitul cursei tijei *16*, potcoava *12* deschide contactul limitatorului *11*, întrerupînd alimentarea electromagnetului *15*. Acesta determină sertărașul *14* să revină în poziția de sus, dînd posibilitatea lichidului sub presiune să pătrundă în camera de jos a cilindrului *13*, care prin intermediul cremalierei *16* și sectorului *3* pe care se află suspendat clinchetul *4* să asigure rotirea auxului *5* cu unghiul corespunzător cu ajutorul roții de clichet *10*. La terminarea rotirii, poziția axului este fixată cu ajutorul roții stelate 7. Prin rotirea axului *5*,

camele *6*, acționînd asupra pîrghiilor *9*, deplasează sertărașele de comandă *8* ale circuitului hidraulic în poziția corespunzătoare, iar peria *2* a comutatorului ajunge pe o altă bornă *18*, pregătind comanda următoare. Electromagnetul *15* rămîne deconectat chiar în cazul cînd limitatorul *11* este închis, deoarece potcoavele se află în poziția de sus, totuși contactele limitatoarelor de cursă K_1 și K_2, care controlează executarea comenzii următoare sînt deschise.

După acționarea acestor limitatoare, ciclul de comandă al mecanismului se repetă. Aceste tipuri de mecanisme au siguranță mare de funcționare în exploatare și posedă în același timp o suplețe mare a comenzilor.

Întreținerea și repararea mecanismelor de comandă din ciclul automat al mașinilor-unelte

Se are în vedere controlul și reglajul periodic al camelor și a presiunii arcurilor, care acționează asupra pîrghiilor cu contacte. O supraveghere atentă trebuie acordată limitatoarelor de cursă, care au rolul de a transmite semnalul de comandă.

Anomaliile mai frecvente, care apar în funcționarea limitatoarelor de cursă din mecanismele de comandă, sînt determinate de uzura contactelor provocată în special de închideri și deschideri repetate în intervale de timp mici.

Ajustarea și curățirea contactelor joacă un rol deosebit în ce privește precizia de execuție a comenzilor. Precizia de execuție a comenzilor prin mecanismele de comandă a ciclului automat al mașinilor-unelte este determinată și de starea tehnică a sistemelor hidraulice (în special de gradul de uzură al uleiului din cilindrii mecanismelor), care intră în componența acestora. Deranjamentele care apar în sistemele hidraulice sînt provocate de nefuncționarea sertărașelor de distribuție datorită uzării uleiului, apariției gripajelor pe suprafața pistoanelor, declanșării sau anclanșării cu întîrziere a electromagneților ca urmare a gripării sau întepenirii la o ungere insuficientă.

Un rol important în funcționarea corectă a mecanismelor de comandă îl are starea tehnică a sistemelor mecanice care intră în componența acestora, deoarece uzura lor avansată favorizează apariția de jocuri neadmisibile între piesele de contact, avînd drept rezultat scăderea preciziei de execuție. Remedierea deranjamentelor mecanice se face prin înlocuirea pieselor cu uzură avansată și înlăturarea jocurilor prin ajustare și efectuarea de reglaje corespunzătoare.

3.10. MECANISME ELECTRICE DE CITIRE AFERENTE MAŞINILOR-UNELTE

Mecanismele de citire sînt folosite mai frecvent pentru reglarea la dimensiune şi citirea deplasărilor efectuate de organele de lucru ale maşinii pe o distanţă dinainte reglată (prescrisă).

Din punct de vedere constructiv mecanismele de citire pot fi, cu riglă gradată, cu legătură electrică sincronă, pneumoelectrice, sau pneumohidraulice.

În fig. 3.136 este reprezentată schema unui mecanism de citire cu riglă gradată utilizat pentru strunjirea automată a axelor în trepte.

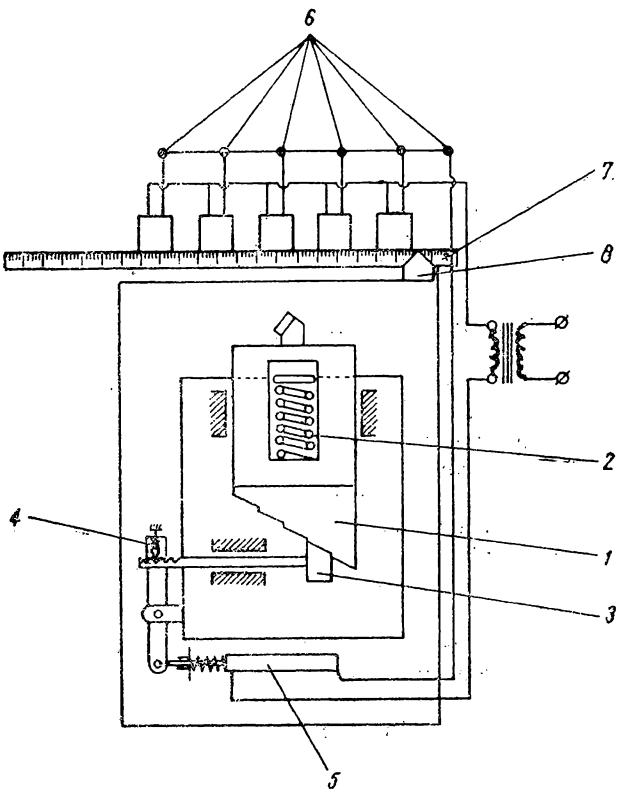


Fig. 3.136. Mecanism de citire cu riglă gradată.

La acest mecanism în locul şablonului în trepte, utilizat la mecanismele de urmărire se foloseşte o riglă fixă în trepte *1* fixată pe suprafaţa frontală a saniei portcuţit cu arc de rapel *2* şi un opritor mobil *3*, care se sprijină pe această riglă şi limitează deplasările transversale ale saniei în cazul trecerii la treapta următoare.

Opritorul *3* se deplasează cu ajutorul mecanismului cu pîrghie (prevăzut cu clinchet) *4* şi al electromagnetului *5*, care este comandat de întreruptoarele cu contacte electrice *6*, conectate în paralel cu circuitul de alimentare. Întreruptoarele sînt deplasate în timpul lucrului în direcţie longitudinală de-a lungul riglei cu scară gradată 7, putîndu-se totodată fixa în poziţii corespunzătoare lungimii treptelor de prelucrat.

În timpul deplasării saniei longitudinale întreruptoarele sînt închise şi deschise succesiv de către opritorul *8*. La acest mecanism înlăturarea treptelor axului de prelucrat este limitată de cursa saniei transversale. Aceste mecanisme de citire *2* prezintă avantajul că sînt simple din punct de vedere constructiv, putînd fi executate cu mijloace simple. Prezintă însă dezavantajul că produc şocuri mari în momentul cînd sania alunecă pe treptele şablonului sau riglei. Acest dezavantaj este înlăturat de mecanismele de citire cu legătură electrică sincronă.

Mecanismul de citire cu legătură electrică sincronă este format din două motoare electrice, din care unul emiţător acţionat de către organele mobile ale maşinii-unelte şi altul receptor, care se roteşte cu acelaşi număr de rotaţii ca şi emiţătorul. Legătura între aceste motoare este realizată printr-un circuit electric corespunzător.

În fig. 3.137 este reprezentată schema mecanismului de citire cu legătură electrică sincronă. Căruciorul maşinii-unelte *19*, care primeşte mişcarea de avans este prevăzut cu pinionul *1* care-i permite să se deplaseze longitudinal prin intermediul cremalierei *2*. Mişcarea de rotaţie a pinionului *1* se transmite în acelaşi timp şi la emiţătoarele *6* şi 7 ale sistemului de legătură electrică sincronă. Emiţătorul *6* primeşte mişcarea de rotaţie prin intermediul angrenajului cu roţi dinţate *5* şi *4*, cu un raport de transmisie 1 : 5 şi este folosit pentru citirea cu aproximaţie a deplasărilor mari, iar emiţătorul 7 primeşte mişcarea de rotaţie prin intermediul angrenajelor *3—18* şi *17—16* al căror raport de transmitere este de 10 : 1, fiind folosit pentru citirea precisă a deplasărilor.

Legarea emiţătoarelor *6* şi 7 cu receptoarele *9* şi *14* se face prin conductoarele electrice *8* şi *15*. Pe axul receptorului *9* este fixat acul indicator *11* pentru citirea pe cadranul gradat *10*, iar pe axul receptorului *14* este fixat acul indicator *12*, care are o viteză de rotaţie

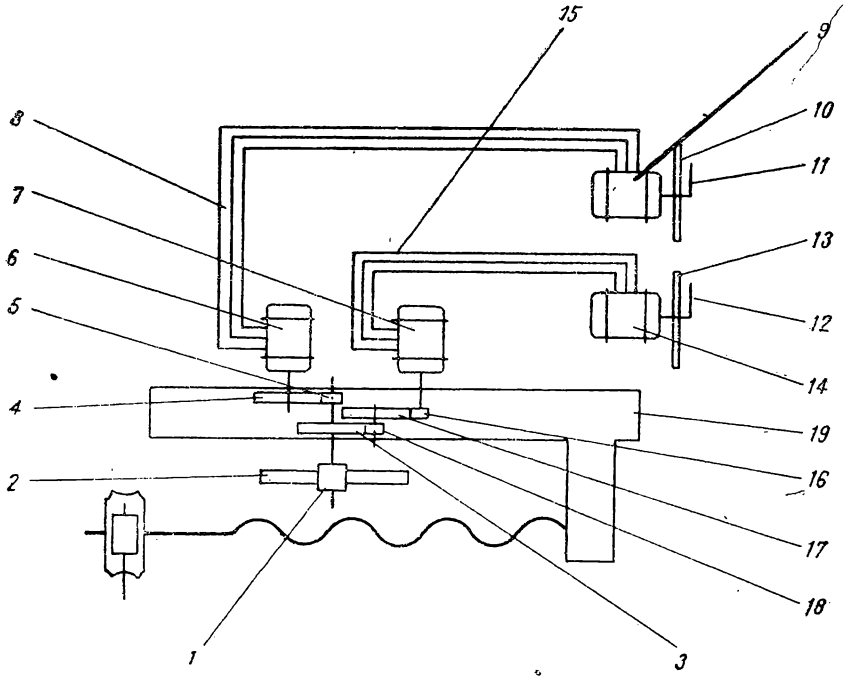


Fig. 3.137. Schema dispozitivului de citire cu legătură electrică sincronă.

de 50 ori mai mare decît axul *11*, permiţînd în acelaşi timp citirea deplasărilor pe cadranul gradat *13*. Prin urmare, dacă valoarea unei diviziuni de pe cadranul *10* este de 1 mm, valoarea unei diviziuni de pe cadranul *13* va fi de 0,02 mm.

Avantajul acestui sistem de citire al deplasărilor constă în faptul că selsinele receptoare pot fi montate la orice distanţă de maşina-unealtă pe un pupitru de comandă.

Întreţinerea şi repararea mecanismelor de citire ale maşinilor-unelte

Aceste operaţii trebuie să asigure o bună funcţionare a maşinilor-unelte şi păstrarea caracteristicilor nominale o perioadă cît mai mare de timp. Deranjamentele care apar în timpul funcţionării la aceste mecanisme sînt determinate în general de uzura sau de dereglarea

elementelor mecanice de acționare a mecanismului cum sînt : riglele gradate sau în trepte, angrenajele, dispozitivele cu clichet etc. precum și o serie de defecțiuni ale sistemelor electrice.

Principalele deranjamente electrice sînt determinate de slăbirea sau descentrarea contactelor, cum și de slăbirea legăturilor în cazul deplasării riglei. Remedierea acestor deranjamente constă în centrarea și strîngerea contactelor electrice, cum și reglarea apăsării (a presiunii) de contact. Eroziunile produse pe contacte din cauza scînteilor electrice ce apar în timpul funcționării acestora ca urmare a slăbirii presiunii de contact sau a pătrunderii între contacte a umezelii și impurităților mecanice, provoacă funcționarea defectuoasă a mecanismului și produce erori de citire. Deranjamentul trebuie imediat depistat și înlăturat. Înlăturarea deranjamentului constă în îndepărtarea eroziunilor prin ajustare cu ajutorul unei pile fine sau șlefuire cu hîrtie sticlată după care se curăță pentru a îndepărta orice urmă de praf metalic rezultat de la pilire sau șlefuire, apoi se reglează presiunea de contact. Contactele arse sau care prezintă cratere adînci se înlocuiesc. De asemenea, se înlocuiesc și resoartele sau lamelele rupte sau prea slabe.

În exploatare rigla gradată se poate deregla din cauza slăbirii elementelor de prindere sau a uzării știfturilor de centrare sau control. Înlăturarea deranjamentelor are în vedere verificarea riglei, care constă în fixarea corectă și controlul prinderii, precum și a stării știfturilor de control.

O atenție deosebită trebuie acordată mișcării libere a mecanismelor cu clinchet și a pîrghiilor. În cazul frecărilor mari în timpul funcționării se impune demontarea și șlefuirea axelor și a suprafețelor de contact după care se ung și se montează, executîndu-se după aceea reglajul jocurilor și a funcționării acestora.

La verificarea și reglarea întreruptoarelor cu contacte electrice montate pe săniile mașinilor unelte, trebuie să se controleze și să se regleze cursa liberă și revenirea în poziția inițială a pîrghiei întreruptorului, o cauză a blocării poate fi determinată de griparea axului sau de slăbirea resortului de revenire datorită obosirii sau ruperii acestuia. Deranjamentul poate fi înlăturat prin șlefuirea axului, înlocuirea resortului și reglarea presiunii de apăsare.

Întreruptoarele cu contacte electrice trebuie verificate și reglată cursa liberă pentru a preveni distrugerea aparatului. În practică întreținerea acestor aparate constă, de obicei, în verificarea strîngerii bornelor și curățirea interiorului aparatului prin suflare cu aer com-

primat. În ce privește întreținerea și repararea motoarelor electrice emițătoare și receptoare ale mecanismelor de citire este similară cu întreținerea motoarelor electrice de construcție normală (vezi subcap. 3.14).

3.11. APARATE DE MĂSURĂ ȘI CONTROL ÎNCADRATE ÎN CINEMATICA MAȘINII

Una din problemele cele mai importante în industria modernă constructoare de mașini este crearea și introducerea unor mijloace automate de măsurare și control de mare precizie și productivitate.

Utilizarea aparatelor de măsură și control în procesele tehnologice de fabricație trebuie să asigure precizia, ușurința citirii, stabilitatea indicațiilor, rapiditatea citirii etc.

Pentru controlul mecanizat și automat al pieselor în procesul de prelucrare, o condiție importantă impusă verificatorului o constituie existența unor dispozitive cu ajutorul cărora să se dea impulsul de comandă la dispozitivul de control sau la mașina-unealtă.

Elementul principal al fiecărei instalații de măsurare îl constitue aparatul de măsură și control. Din punct de vedere constructiv aparatele de măsură și control pot fi : mecanice, electrice, pneumatice sau hidraulice.

Aparatele electrice sînt caracterizate prin aceea că transformă deplasarea elementului mobil în semnale pur electrice obținute prin : închiderea unor contacte electrice, fenomenul de inducție magnetică (principiul transformatorului), modificarea inducției unei bobine, modificarea unei rezistențe electrice etc.

Aparate de măsură cu contacte electrice au cea mai largă utilizare în practica măsurării și a controlului în industria constructoare de mașini. Principiul de funcționare al acestor aparate se bazează pe deplasarea palpatorului legată de închiderea sau deschiderea a două contacte electrice.

La aparatele cu contacte electrice, în timpul măsurării contactul electric se închide sau se deschide în funcție de dimensiunea piesei de măsurat. Constructiv aceste aparate pot fi cu două sau mai multe contacte.

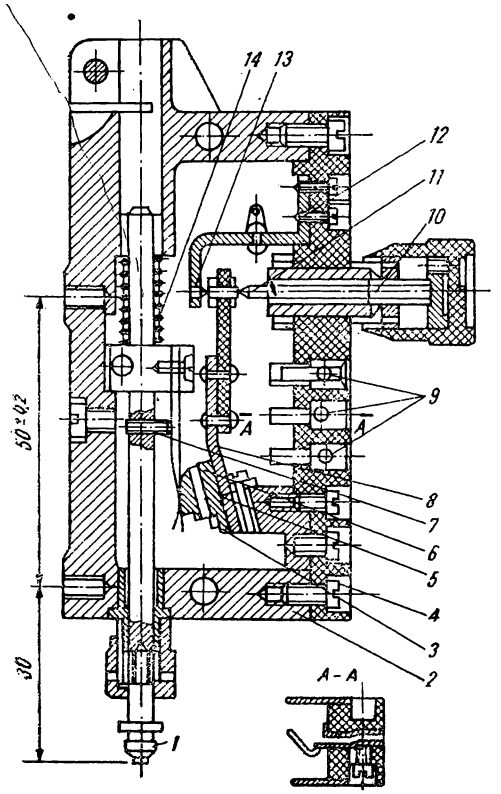


Fig. 3.138. Aparat de măsurare cu contacte electrice.

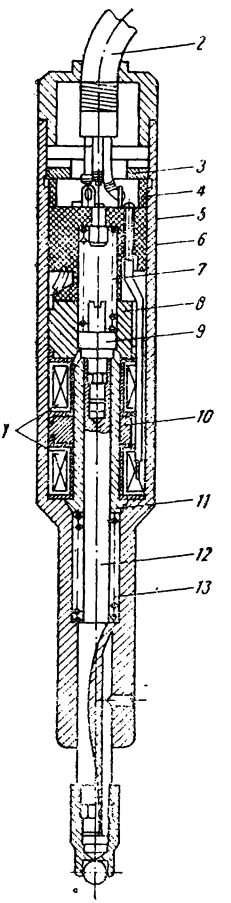


Fig. 3.139. Aparat de măsură și control inductiv.

În fig. 3.138 este reprezentată schema unui aparat de măsură și control utilizat pentru controlul și verificarea dimensiunilor, precum și a formei geometrice a pieselor. În ghidajele speciale ale corpului *2* se deplasează palpatorul *1*, care poartă arcul plat *5* și arcul deplasabil *6*. Pe peretele de ebonită *4* sînt montate pe o consolă specială sectorul *3* și pîrghia *8*, cu contactul mobil *11*. Efortul de apăsare al arcului *5* pe sectorul *3* se reglează cu șurubul *7*. Consola *12* cu contactul fix *13* sînt fixate pe peretele de ebonită. Deschiderea contactelor mobile se reglează cu ajutorul șurubului micrometric *10*. Reglarea se face prin deplasarea celui de al doilea contact fix. Forța de măsurare se realizează cu ajutorul arcului *14*. După cum se vede din figură, toate cele trei cleme *9* sînt legate cu contactele mobile cît și cu cele fixe.

Acest aparat funcționează în felul următor : cînd palpatorul *1* se deplasează, sectorul *3* rulează pe arcul *5*, rotind pîrghia *8* cu raportul de transmitere 5 : 1. La închiderea contactului mobil cu unul din contactele fixe, sectorul *3* alunecă în raport cu arcul *5*. Pentru deplasarea lină a palpatorului *1*, arcul *5* și sectorul *3* trebuie să fie perfect curate și unse. Se admite o deplasare a palpatorului pînă la 4 mm. Diviziunea șurubului micrometric (respectiv diviziunea pe tambur) este de 0,002 mm. Precizia de măsurare a aparatului este de $\pm$ 0,001 mm.

În practică pentru măsurarea deplasărilor liniare și unghiulare sau a deformației dimensiunilor, o largă folosire au căpătat **aparatele de măsură inductive.** Alegerea și utilizarea acestor aparate este determinată atît de condițiile tehnice, cît și de precizia necesară, de sensibilitate și gama de lucrări.

În fig. 3.139 este reprezentată schema unui aparat de măsură și control inductiv folosit în instalațiile pentru control automat.

Aparatul este compus din armătura *11* de formă tubulară, două bobine *1* legate în schema punții, palpatorul *12* executat din alamă. Pentru prevenirea uzurii palpatorul este prevăzut cu o bilă montată la capătul său. Întregul ansamblu al aparatului este montat într-un corp tubular cu diametrul de 12 mm.

Armătura este așezată liber pe palpatorul de alamă.

Circuitul magnetic al aparatului este format din armătura *11*, corpul *6* și bucșele *8* și *10*. Armătura este apăsată tot timpul de arcul *13* pe dopul *9* înșurubat în palpatorul *12*. Palpatorul este ghidat în bucșa *8* și în partea inferioară a corpului *6*. Bobinele *1* sînt strînse cu piulița inelară *3*, cu ajutorul bucșelor *4*, *5* și *8*.

Bucșa *5* este confecționată din material izolant ; prin gaura bucșei *5* sînt scoase capetele conductoarelor de la bobinele *1*. Capetele se izolează minuțios cu ajutorul cordonului *2*. Forța de măsurare se ob-

ține cu ajutorul arcului 7. Cînd se deplasează, palpatorul antrenează după sine și armătura astfel încît variază întrefierul activ. Deplasarea armăturii cu palpatorul continuă pînă cînd armătura se oprește în degajarea din bucșa 8, după care armătura își încetează mișcarea, iar palpatorul se poate deplasa în continuare. Cursa activă a aparatului este de 0,5 mm, iar cursa de siguranță de 3 mm. Precizia de măsurare a aparatului este de $\pm$ 0,001 mm.

În ultimul timp, datorită lărgirii domeniului de măsurare, necesitatea unei stabilități bune și precizie de măsurare ridicată, cum și necesitatea excluderii contactului, dintre aparat și suprafața piesei de măsurat a făcut ca în procesele tehnologice de fabricație să fie folosite din ce în ce mai mult aparatele de măsură și control electropneumatice sau electrohidraulice.

În fig. 3.140 este reprezentată schema constructivă a unui **aparat electropneumatic** utilizat pentru măsurarea și controlul activ al pie-

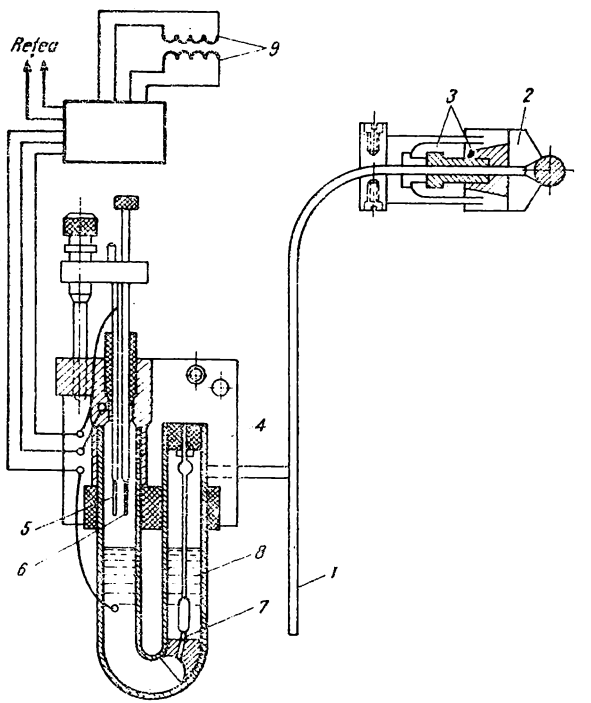


Fig. 3.140. Schema constructivă a unui aparat de măsură și control electropneumatic.

selor prelucrate pe mașini de rectificat plan. Fălcile prismatice *2*, prevăzute cu palpatoare sînt apăsate pe piesa prelucrată prin forța de măsurare a arcului plat *3*. Fălcile *2* se fixează într-o potcoavă rigidă prin care trece țeava *1*, cu diuză între fălci, spre piesa de măsurat. Paralel cu diuza este legat un manometru cu mercur *4*. În partea din stînga a tubului *8* în formă de U sînt amplasate contactele electrice *5* și *6*. În partea din dreapta a tubului manometrului cu mercur aerul care intră prin regulator în diuză este reglat de o supapă cu bilă *7*, care înlocuiește flotorul. Pe măsura micșorării dimensiunii piesei prelucrate, distanța dintre piesă și diuză scade. Datorită acestui fapt va crește rezistența la scurgerea aerului prin diuze, iar presiunea din manometru va crește în țeava din dreapta care va coborî mercurul, el ridicîndu-se în țeava din stînga.

Cînd se termină prelucrarea (rectificarea) de degroșare, nivelul mercurului atinge contactul *5*. Din cauza închiderii contactului *5*, curentul va trece prin circuitul închis și va ajunge în electromagnetul *9* care servește pentru trecerea la regimul de prelucrare în vederea finisării. La realizarea diametrului (sau dimensiunii în cazul rectificării plane) prescris, mercurul se va ridica și mai sus și va închide contactul *6*.

Ca urmare a acestui fapt se declanșează releul care comandă oprirea mașinii-unelte. Reglarea aparatului în vederea rectificării de degroșare și de finisare se face prin deplasarea contactelor *5* și *6*. Schimbarea reglajului aparatului în vederea prelucrării unor piese de alte dimensiuni se face cu ajutorul unor vîrfuri de diamant amovibile, și prin înlocuirea diuzei.

Gama de reglare a aparatului (fălcilor prismatice) este cuprinsă între 10—50 mm, iar precizia de măsurare este de $\pm 0{,}001$ mm.

În fig. 3.141 este reprezentată schema unui **aparat de tip electrohidraulic** pentru măsurarea și controlul activ al filetului în timpul rulării. Acest aparat este legat organic cu sistemul hidraulic al mașinii-unelte. El este compus dintr-o pompă de ulei *1* pentru introducerea sub presiune a uleiului în cilindrul *7*. În cilindru, uleiul apasă pe pistonul *6* și această presiune este transmisă prin tija *5* la păpușa cu rola *2*. Rolele se apropie și începe procesul de formare a filetului pe piesa *3*. Distanța dintre role (apropierea lor) se controlează cu traductorul cu contact electric *4*. Cînd contactele traductoarelor se închid, se închide și circuitul generatorului de curent continuu *9*. Bobina electromagnetică *10* atrage opritorul *12* și eliberează sertarul *11*, care sub acțiunea arcului *13* se ridică și obturează conducta de ulei. În momentul atingerii dimensiunii prescrise, contactele se închid și circuitul generatorului de curent continuu se întrerupe.

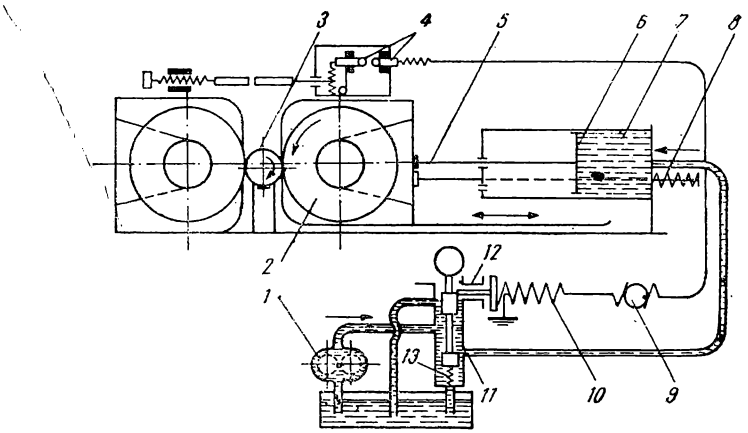


Fig. 3.141. Schema unui aparat de măsură și control al filetului, de tip electrohidraulic.

În același timp sistemul hidraulic al mașinii-unelte primește un impuls în vederea retragerii rolelor în poziția inițială. Sub acțiunea arcului 8 uleiul se scurge în baie după care ciclul de lucru se reia. Precizia de lucru a acestui tip de aparat este de $\pm$ 0,01 mm.

Întreținerea și repararea aparatelor de măsură și control de pe mașinile-unelte

Se are în vedere verificarea și menținerea acestor aparate în perfectă stare de funcționare, urmărindu-se depistarea și înlăturarea deranjamentelor ce survin în exploatare ca urmare a uzurii mecanismelor favorizată de o funcționare îndelungată sau a unei uzuri de avarie determinată de : supraîncărcări, vibrații, funcționare în regim de șocuri, etanșare defectuoasă a casetei aparatului sau ca urmare a regimului de lucru în condiții de variații de temperatură, umiditate, agenți corozivi, medii de gaze sau praf etc.

Înlăturarea defectelor sau deranjamentelor survenite în timpul funcționării aparatelor poate fi făcută cu atît mai ușor cu cît cauza defectării a fost constatată din timp. Determinarea defectelor se face efectuîndu-se în primul rînd un control exterior al aparatului, cu care ocazie se curăță de praf sau de amestecul de pulbere metalică cu emulsie sau ulei.

Variațiile indicatorilor sau măsurătorilor date de aparat se pot datora unui contact imperfect, scurtcircuitelor între spire, arderea bornelor, uzura axelor și lagărelor, dezechilibrarea părților mobile etc.

Calitatea ajustării, curățirii și reglării contactelor joacă un rol deosebit în ce privește precizia de execuție a măsurării. De asemenea, în cazul contactelor imperfecte trebuie observate locurile de lipitură de la capetele bobinei elementelor mobile ale mecanismului, precum și elementele de susținere ale arcurilor.

O atenție deosebită trebuie acordată în exploatare apariției vibrațiilor, deoarece acestea favorizează apariția de defecte atît electrice cît și mecanice, cum ar fi uzura rapidă a contactelor, distrugerea izolațiilor, arderea bornelor de legătură și întreruperea circuitelor, uzura articulațiilor sau dezechilibrarea părților mobile ale aparatului.

Remedierea acestor deranjamente constă în înlăturarea vibrațiilor prin strîngerea șuruburilor slăbite și asigurarea cu șaibe de siguranță împotriva slăbirii în timpul funcționării.

Constatarea distrugerii izolației sau arderii bornelor impune înlocuirea lor.

În cazul unei uzuri avansate a articulațiilor se impune demontarea aparatului, rectificarea axelor uzate și executarea de lagăre noi corespunzătoare diametrului axului rectificat. La montaj se va urmări ca funcționarea în lagăre a axelor asamblate cu elemente mobile să fie ușoară, fără șocuri sau înțepeniri. Dacă apar înțepeniri la montaj se recomandă alezarea lagărului pînă la eliminarea acestora și asigurarea unei funcționări ușoare.

Arcurile slabe sau rupte se datorează funcționării aparatului cu șocuri datorită conectărilor și deconectărilor repetate, precum și apariției de suprasarcini sau oxidări. Înlăturarea deranjamentului constă în înlocuirea arcurilor cu altele noi, confecționate de obicei, din bronz fosforos. În acest caz se impune determinarea cuplului antagonist al elementului mobil și cunoașterea diametrului exterior al arcului și al sîrmei din care se confecționează.

Supraîncărcările aparatelor de măsură și control favorizate de o creștere a tensiunii sau a valorii curentului, precum și a producerii de gripaje în elementele mobile ale aparatului datorită unei ungeri proaste, determină de cele mai multe ori întreruperea circuitelor electrice de alimentare, ca urmare a defectării bobinelor electromagneților.

Din cauza tensiunii mai ridicate decît cea admisibilă, izolația conductorului din care este confecționată bobina se arde, dînd astfel naștere la producerea unui scurtcircuit între spire, ceea ce duce la

topirea parțială a conductoarelor, la carbonizarea izolației sau la arderea bornelor de legătură, cu care ocazie se produce întreruperea alimentării.

Remedierea defectului în cazul supratensionării se realizează fie prin corectarea tensiunii rețelei dacă aceasta este posibil, fie prin montarea de bobine corespunzătoare.

Producerea scurtcircuitului între spire sau a ruperii unei spire impune refacerea bobinei. Aceasta se realizează fie cu ajutorul mașinilor de bobinat speciale, fie prin alte procedee.

În practica reparațiilor cel mai răspîndit procedeu constă în folosirea mașinilor de găurit cu acționare manuală, electrică sau pneumatică. Pentru aceasta, mașina de găurit se fixează într-o menghină, iar în mandrina acesteia se prinde un ax cu un mosor de lemn, care susține carcasa bobinei. Bobinarea se execută direct pe mosor astfel : pe mosor se așează patru bucăți de bandă izolatoare, care se fixează la distanțe egale una de cealaltă. Capetele acestor benzi se lasă în afară, avînd o lungime suficient de mare pentru a permite legarea spirelor după bobinare. Apoi se așază unul sau două straturi de preșpan de 0,3—0,5 mm și se leagă cu ață de mătase sau bumbac. Acest strat este necesar pentru asigurarea izolației între bobină și miezul magnetic. După fiecare 3—4 straturi de sîrmă se introduce cîte un strat de hîrtie specială natron (foiță). În timpul lucrului se va proceda la lăcuirea fiecărui strat bobinat cu lac ALM sau Voltatex (în atelierul de reparații lacul se întinde cu ajutorul unei pensule), iar la terminarea bobinării se înfășoară bobina într-un strat de preșpan de 0,5 mm peste care se fixează urechile de prindere, se leagă cu ață de bumbac, după care întreaga bobină se leagă cu cele patru benzi, se scoate de pe mosor și se învelește cu un strat de bandă izolatoare, care se impregnează cu lac ALM sau Voltatex. După terminare, bobina se usucă într-un cuptor la temperatura de 120—140°C timp de 10—14 ore, iar după răcire se vopsește cu lac SVD sau KVD.

Deranjamentul produs din cauza întreruperii legăturii la borne este favorizat de slăbirea în timpul lucrului a prinderii conductoarelor, de supraîncălzirea excesivă a bornelor, ceea ce produce o puternică oxidare a acestora, cum și datorită unor legături executate necorespunzător, (slabe, prost izolate etc.) din care cauză se produc scurtcircuite sau scîntei în timpul lucrului, al căror rezultat este deteriorarea bornelor.

Înlăturarea deranjamentelor constă în curățirea bornelor oxidate și refacerea izolației, verificarea și strîngerea legăturilor slăbite. În cazul bornelor arse se impune înlocuirea lor.

În funcționarea corectă a aparatelor de măsură și control, un rol important îl au sistemele hidraulice și pneumatice (în cazul aparatelor de tip electropneumatic sau electrohidraulic). Deranjamentele acestora sînt, de obicei, determinate de uzura sau dereglarea elementelor mecanice, favorizate de slăbirea sistemului mobil al palpatorului (care trebuie să mențină în continuu palpatorul aparatului în contact cu piesa de măsurat), scăpările de ulei sau aer, din circuitele hidraulice sau pneumatice, blocări ale sertărașelor, pierderile de presiune în racorduri etc. Remedierea acestor deranjamente constă, în general, în reglarea sistemului mobil al palpatorului, verificarea etanșeității și funcționării racordurilor de legătură și înlocuirea celor defecte, curățirea filtrelor de ulei sau de aer ale sistemului hidraulic și pneumatic. În ce privește sertărașele, acestea se verifică după demontare, iar în caz de uzură sau gripaje se înlocuiesc.

În cazul carcaselor de protecție ale aparatelor de măsură și control cele mai frecvente defecte sînt : slăbirea ramei de strîngere a garniturilor și elementelor de citire, fisurarea sau ruperea garniturilor de etanșare, favorizînd astfel pătrunderea prafului sau umezelii între mecanismele aparatului. În acest scop se impune verificarea periodică a etanșeității casetei aparatului, cu care ocazie se strîng șuruburile ramei de protecție. Garniturile de etanșare care prezintă fisuri sau sînt îmbătrînite trebuie înlocuite. Înlocuirea se va face cu garnituri de schimb sau cu garnituri confecționate pe cît posibil din cauciuc moale rezistent la acțiunea uleiurilor sau emulsiilor utilizate în procesul de lucru la mașinile-unelte.

3.12. MECANISME ELECTRICE PENTRU REGLARE AUTOMATĂ ȘI CONTROLUL DIMENSIUNILOR PE MAȘINILE-UNELTE

În cazul prelucrării pieselor cu precizie ridicată, adică în cazul cînd abaterile admisibile de la dimensiunea prescrisă sînt de ordinul a cîtorva sutimi sau chiar miimi de milimetru, așa cum este cazul la strunjirea de finisare, la strunjirea interioară de netezire, la rectificarea definitivă, honuire etc. uzura dimensională a sculei (cuțit, disc de rectificat, pietre de honuit) capătă o importanță deosebită, ducînd la necesitatea opririi frecvente a mașinii pentru reglarea poziției sculei.

Opririle mașinilor-unelte și reglarea manuală a sculelor cu mare precizie durează foarte mult și trebuie să fie executată de un muncitor cu calificare înaltă, care deservește mașina. În cazul automatizării complexe a proceselor tehnologice de fabricație, acest fapt impune eliminarea operațiilor care necesită o măsurare și reglare intermediară a dimensiunii din liniile automate, urmînd ca aceste operații să fie executate pe mașini izolate.

Rezolvarea problemei măririi productivității mașinilor-unelte în cazul prelucrării precise de finisare, în condițiile automatizării proceselor de producție, a dus la realizarea unor mecanisme pentru controlul și reglarea intermediară automată la dimensiune a sculelor pe diferite mașini-unelte.

În practică se folosesc diferite procedee și mecanisme de control automat al dimensiunilor cu reglare intermediară a poziției sculei. Dimensiunile pieselor se pot controla direct sau indirect. În ultimul caz nu se controlează dimensiunea piesei, ci poziția muchiilor așchietoare ale sculelor. Există mecanisme cu elemente de reglare continuă și intermitentă (cu impulsuri sau treptată). Reglarea automată se efectuează stabilindu-se în prealabil una sau două limite de control pentru variația dimensiunilor în procesul de prelucrare, limite ce se găsesc în cîmpul de toleranță. La mecanismele cu impulsuri, sistemele de măsurare sau reglare reacționează cînd dimensiunile pieselor se apropie numai de una din limitele admise. În cazul reglării treptate, mecanismul de control intră în funcțiune cînd dimensiunile pieselor ajung la una din limite și iese din lucru cînd în timpul prelucrării se apropie de cealaltă limită.

În fig. 3.142 este reprezentată schema de principiu a mecanismului pentru controlul și reglarea automată a unui strung de prelucrat arbori pentru motoare electrice.

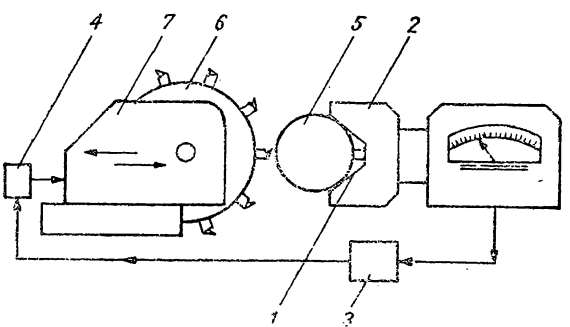


Fig. 3.142. Schema de principiu a mecanismului pentru controlul și reglarea automată a strungurilor de prelucrat arbori.

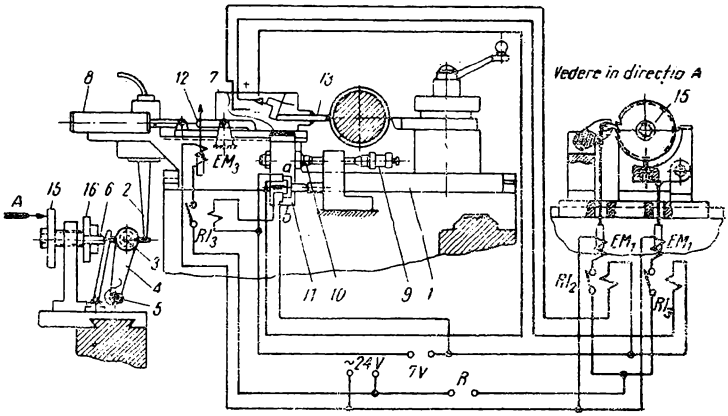


Fig. 3.143. Schema mecanismului pentru controlul și reglarea intermediară automată la dimensiune a cuțitului la strungurile cu dispozitiv de copiat hidraulic.

Cînd dimensiunile arborelui *5* depășesc limita de control stabilită, instalația de măsurat *2* transmite un semnal, după care instalația de execuție *4* apropie prin impulsuri cuțitul de piesa ce se prelucrează. Reglarea la dimensiune se realizează cu ajutorul traductorului cu contacte electrice *1*. La acest strung impulsul apare după ce instalația de măsurat *2* fixează 2—5 dimensiuni care ies în afara limitei stabilite. Mărirea deplasării prin impulsuri a cuțitului depinde de toleranța de prelucrare și de precizia necesară.

Schema unui mecanism pentru controlul și reglarea intermediară automată la dimensiune a cuțitului pe strunguri prevăzute cu mecanisme de copiat hidraulice este reprezentată în fig. 3.143.

Sania transversală *1* a strungului nu este legată cinematic de șurubul de avans, ci este acționată de un cilindru hidraulic (nereprezentat în figură) pentru mișcarea transversală de copiere. Funcționarea cilindrului hidraulic este comandată de către capul de copiat prin urmărire fixat pe sanie al cărui palpator *2* se află în contact permanent cu suprafața axului etalon (șablon) *3*. Șablonul este prins între vîrfurile cadrului *4* care se poate roti în jurul fusurilor *5* montate pe o sanie fixă de pe batiul strungului.

Axul etalon este apăsat cu ajutorul unui arc, prin intermediul unei plăci oscilante intermediare, pe capătul sferic al șurubului opritor *6* al mecanismului de reglare intermediară (vezi vederea în direcția *A*). Pe placa superioară a saniei transversale, în spatele semifabricatului, este montată o sanie mobilă pe care se află *traductorul*

de măsurare cu contacte electrice 7. Apropierea acestei sănii de semifabricat și retragerea ei este acționată de către cilindrul hidraulic *8*. Reglarea mecanismului la dimensiunea diametrală minimă dată a piesei (la zero) se face, cu ajutorul unui etalon sau a unui șablon, prin reglarea poziției limită din dreapta a saniei cu ajutorul opritorului micrometric *9* montat pe ghidajele fixe ale saniei transversale și a șurubului opritor *10* de pe sania mecanismului de control.

Pe consola saniei mecanismului de control în care este fixat șurubul opritor se află, de asemenea, un microlimitator de cursă dublu *11*, care în poziția limită din dreapta a saniei mecanismului conectează în primul rînd, cu ajutorul releului intermediar RI_3, electromagnetul EM_3 de fixare a poziției cu ajutorul pîrghiei de apăsare *12* și, în al odilea rînd, închide circuitul cu contacte al traductorului de măsurare în circuitul de comandă al mecanismului de reglare intermediară.

În poziția de lucru a saniei mecanismului, palpatorul *13* vine în contact cu semifabricatul, dacă diametrul acestuia depășește diametrul prescris, se închide contactul de sus (+) care, prin intermediul releului intermediar RI_1, pune sub curent electromagnetul EM_1 de acționare a mișcării de reglare intermediară a axului etalon. În acest caz, furca ancoră se rotește în sens contrar acelor de ceasornic, eliberînd roata de clichet *15* de angrenarea cu tijele de jos, iar roata se rotește sub acțiunea unui arc lamelar spiral (montat pe axul roții) în sensul acelor de ceasornic, însă numai cu o jumătate din pasul dinților, deoarece vîrful de sus al ancorei intră imediat în angrenare cu roata.

Deoarece circuitul este alimentat cu curent electric printr-un ruptor *R*, curentul este trimis sub forma unor impulsuri scurte, din care cauză, chiar dacă contactul (+) al mecanismului este închis, alimentarea electromagnetului se întrerupe, iar ancora sub acțiunea unui arc se rotește în sensul acelor de ceasornic, revenind în poziția inițială și asigurînd o nouă rotire cu încă o jumătate de pas al dinților. Dacă după această rotire, contactul (+) al mecanismului de control nu s-a întrerupt, la impulsul următor de curent roata de clichet se mai rotește cu încă un pas. Împreună cu roata de clichet se rotește și șurubul opritor *6*, care se deșurubează din montant. Odată cu el se deplasează și palpatorul *2* al capului de copiat hidraulic ; cu aceeași distanță se deplasează spre axa semifabricatului sania și cuțitul. Mișcarea roții de clichet a șurubului, a axului etalon și a saniei portcuțit într-un sens continuă pînă în momentul în care diametrul piesei atinge valoarea prescrisă și contactul (+) al mecanismului se deschide.

În cazul cînd dimensiunea reală a piesei este mai mică decît limita admisibilă (caz extrem de rar), se închide contactul (—) al mecanismului, este pus sub curent releul intermediar RI_2 care reglează clichetul din stînga şi o dată cu el rotirea roţii de clinchet cu un pas, de astă dată în sens contrar acelor de ceasornic. În acest caz şurubul *6* se înşurubează împingînd axul etalon spre dreapta şi provocînd mişcarea saniei cu cuţitul cu aceeaşi distanţă, în sensul măririi diametrului piesei. Pentru un impuls de curent, mecanismul cu clichet asigură o deplasare a axului etalon şi a cuţitului cu 0,01 mm.

O particularitate de bază a mecanismului descris constă în realizarea mişcării de reglare intermediară a cuţitului, datorită acţiunii sistemului de urmărire a dispozitivului hidraulic, în urma deplasării corespunzătoare a şablonului.

În aceste condiţii mecanismul de reglare intermediară şi controlul dimensiunilor constituie un sistem de reacţie în dispozitivul de copiere şi urmărire al strungului.

În fig. 3.144 este reprezentată schema unui mecanism pentru controlul şi reglarea intermediară la dimensiune utilizat la maşinile orizontale de alezat şi frezat, precum şi la maşinile automate de rectificat. După prelucrarea piesei *9* axul portcuţit cu bucşă extensibilă *1*, cu cuţitul *23* iese din alezajul prelucrat, iar masa maşinii pe care se află piesa se deplasează spre stînga, ajungînd la dornul de control pneumatic *2* al traductorului de măsurare, care intră în alezaj şi îl măsoară. În acest caz, în funcţie de debitul de aer ce trece prin ajutajele dornului de control, variază presiunea din conducta

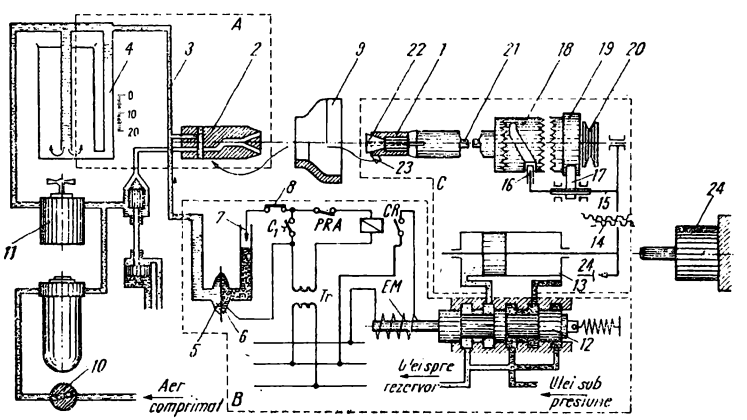


Fig. 3.144. Schema mecanismului pentru controlul şi reglarea intermediară automată la dimensiune.

de aer *3* și se schimbă înălțimea coloanei de lichid în manometrul *4* permițînd citirea pe scara gradată a rezultatelor măsurării. În același timp, prin schimbarea presiunii aerului cu ajutorul regulatorului de presiune *11,* se modifică și săgeata membranei elastice *5* din sistemul *6* a cărui parte din dreapta, împreună cu tubul vertical, este umplută cu mercur. Dacă dimensiunea alezajului prelucrat este mai mică decît limita admisibilă, coloana de mercur se ridică închizînd contactul electric *7* și pregătind astfel circuitul electric al releului de reglare automată *RRA.*

Masa împreună cu piesa de prelucrat, continuînd deplasarea spre stînga, lovește un opritor fixat pe masă, care acționează limitatorul de cursă *8,* conectînd bobina releului de reglare automată *RRA* (dacă contactul 7 este cufundat în mercur). În acest caz contactul normal deschis C_1 se închide și realizează autoalimentarea bobinei releului, iar contactul normal deschis C_2 închizîndu-se conectează electromagnetul *EM,* care comandă sertărașul *12* al dispozitivului de acționare hidraulică al mecanismului de control și reglare intermediară.

Sertărașul deplasat spre stînga asigură intrarea uleiului debitat de pompă în camera din dreapta a cilindrului *13* și ieșirea uleiului din camera din stînga spre rezervor. Tija pistonului cilindrului rotește, prin intermediul unui angrenaj cu roata dințată cu dinți înclinați și cremalieră *14,* brațul *15* cu brațul *16* și clichetul *17.* Bolțul deplasează cuplajul *18* de acționare a mișcării de rotație a axului principal, iar clichetul rotește roata de clichet *19.* Roata dințată *19* deplasează, prin intermediul șurubului diferențial *20* solidar cu ea, tija *21* prevăzută cu capul conic *22,* care dilată capătul secționat al dornului, mărind astfel raza la care se află vîrful cuțitului *23.* În poziția limită din dreapta a pistonului cilindrului *13* se închide contactul *24* și cu ajutorul unui releu de blocare se deschide contactul normal închis al releului de reglare automată *RRA.*

Circuitul bobinei releului *RRA* se întrerupe, iar sistemele de comandă, precum și pistonul cilindrului *13,* revin în poziția inițială.

Mecanismele pentru controlul și reglarea automată la dimensiune a căpătat o largă răspîndire la prelucrările pe mașinile de prelucrat fără centre (vîrfuri).

În fig. 3.145 este reprezentată schema mecanismului pentru controlul și reglarea intermediară automată la dimensiune pe mașina de rectificat fără centre.

Piesele rectificate *1* ajung, alunecînd pe prisma *2* la postul de control *3,* unde se măsoară diametrul cu ajutorul traductorului cu contacte electrice *4.* În cazul cînd diametrul bolțurilor este prea mare, se închide contactul *5* al traductorului care conectează releele de comandă ale mecanismului de control și reglare intermediară mon-

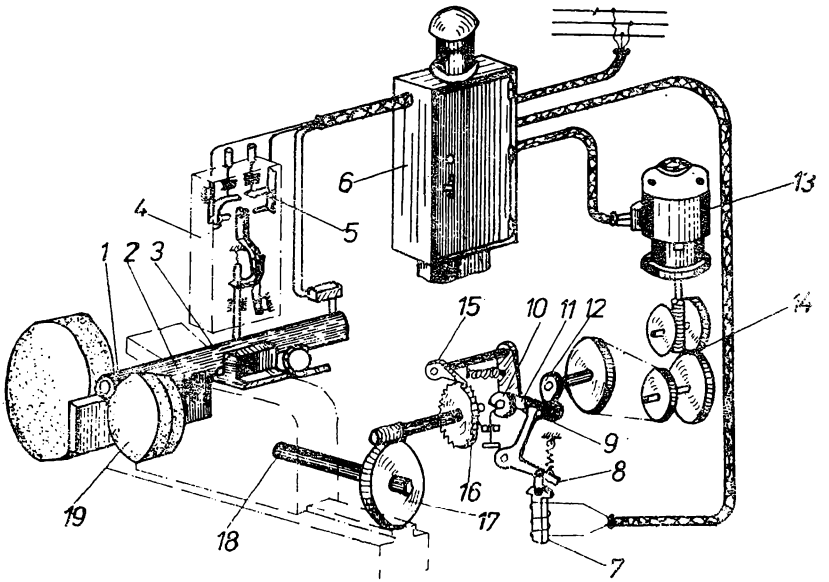


Fig. 3.145. Schema mecanismului pentru reglarea intermediară automată la dimensiuni pe mașina de rectificat fără vîrfuri.

tate în dulapul *6*. În acest caz este alimentat cu curent electromagnetul *7*, a cărui armătură rotește (în sensul acelor de ceasornic) pîrghia *8* eliberînd fixatorul *9* al camei *10*. În acest caz, rola pîrghiei oscilante *11* este apăsată de arc pe cama *12*. În același timp se conectează motorul electric *13* care, prin intermediul reductorului *14*, transmite mișcarea de rotație la cama *12*. La fiecare rotire a camei clichetul *15* rotește roata de clichet *16* cu un pas și împreună cu acesta rotește, prin intermediul angrenajului cu melc *17*, șurubul conducător *18* (realizînd avansul capului cu discul conducător *19*). După ce diametrul pieselor rectificate scade pînă la valoarea prescrisă, are loc deschiderea contactului *5* al traductorului de măsură și deconectarea releelor de comandă ale mecanismului de control și reglare intermediară. În acest mod după una sau mai multe mișcări ale clichetului *15* se produce deconectarea automată a electromagnetului *7* pînă în momentul primirii impulsului următor. În acest caz, fixatorul *9*, apăsînd pe cama *10*, retrage rola pîrghiei *11* de la cama *12*, care are o mișcare de rotație, și întrerupe mișcarea clichetului.

Pentru a preveni impulsurile repetate înainte ca la postul de control să ajungă o piesă rectificată după reglarea intermediară, în schema de comandă este inclus un releu de timp reglabil, cu o temporizare pînă la 12 secunde, suficientă pentru ca toate piesele rectificate înainte de începerea rectificării intermediare și dispuse pe prisma de reazem *2* să parcurgă distanța dintre discul de rectificat și postul de control *3*.

Întreținerea și repararea mecanismelor pentru reglare automată și controlul dimensiunilor

Aceste operații au în vedere executarea reglajului și urmărirea preciziei de control pe de o parte, precum și prevenirea și înlăturarea deranjamentelor intervenite în exploatare la sistemele electrice sau mecanice din componența acestor mecanisme pe de altă parte.

În practică se impune ca periodic să se execute o serie de verificări și reglaje asupra unor subansamble funcționale cu grad ridicat de solicitare. În funcție de natura părților componente ale mecanismelor de reglare automată și controlul dimensiunilor, reglajele se pot clasifica în : reglaje mecanice, reglaje electrice și reglaje hidraulice sau pneumatice.

Executarea reglajelor la elementele mecanice se referă la asigurarea preciziei de funcționare (precizia deplasărilor elementelor de măsurare și control) și a preciziei de poziționare a mecanismului. Aceasta constă în reglarea și înlăturarea jocurilor apărute între piesele în contact, ca urmare a uzurii lagărelor, axelor sau a ghidajelor săniilor mecanismului.

În cazul reglajelor electrice se urmărește realizarea reglajelor de corelare a diferitelor funcții de interblocare, care comandă elementele de execuție ale mecanismului și mașinii. Se execută reglajele de temporizare a releelor de timp, a valorii tensiunii și curenților pentru circuitele electrice, reglajele regulatoarelor de turație pentru acționarea principală și de avans, reglajul microîntreruptoarelor de cursă, reglajul traductoarelor de măsurare etc.

Un rol important îl ocupă reglajul legăturii de comandă al mecanismului de reglare și controlul dimensiunilor cu sistemul de comandă al mașinii-unelte, urmărindu-se corectitudinea impulsurilor ce intră și ies din mecanism și corelarea lor cu elementele de comandă ale mașinii.

În ce privește reglajele hidraulice sau pneumatice, acestea au în vedere reglaje de debite și presiuni realizate prin reglarea aparate-

lor hidraulice sau pneumatice din circuitele de execuție respective. Se reglează supapele de sens și siguranță, droselele, regulatoarele de presiune etc.

Pentru realizarea unei întreținери corespunzătoare, atît calitativ, cît și din punct de vedere al timpului de remediere a defectului, impune în cazul mecanismelor de reglare și controlul dimensiunilor o cunoaștere perfectă a acestora și a cauzelor care provoacă deranjamente în exploatare. Pentru aceasta un sprijin util îl constituie jurnalul de deranjamente și remedieri, în care sînt notate toate defectele ce apar și cauzele care le favorizează. Acest lucru are avantajul că după un timp relativ scurt, se cunosc toate punctele slabe ale mecanismului, putîndu-se astfel depista și remedia rapid defectele apărute. Dotarea cu piese de schimb a căror uzură și defectare prezintă frecvență mare în exploatare asigură de asemenea înlăturarea ușoară și rapidă a defectului.

În practică defectele mecanismelor de reglare și control sînt în general favorizate de o uzură normală ca urmare a unei funcționări îndelungate, sau de o uzură de avarie provocată de o întreținere necorespunzătoare sau ca urmare a apariției unor suprasarcini în mecanism.

În cazul elementelor mecanice ale mecanismelor de reglare automată și controlul dimensiunilor defectele care pot apărea sînt fie din cauza suprasarcinilor și nefuncționării dispozitivelor de siguranță, fie datorită unei ungeri necorespunzătoare sau a pătrunderii murdăriei între suprafețele în frecare favorizînd astfel apariția de gripaje pe suprafețele acestora. Neexecutarea reglajelor la timp sau executarea lor necorespunzătoare favorizează defectarea mecanismului.

Defectele sînt puse în evidență printr-o funcționare incorectă cu perturbații, sau chiar prin întreruperea funcționării mecanismului, cînd deranjamentul este provocat de ruperea unui organ, apariția unor vibrații neobișnuite, zgomote suspecte sau blocarea mecanismului. Pentru localizarea defectului se examinează fenomenul semnalat, după care se cercetează cauza și locul unde s-a produs defectul. Odată depistat și localizat defectul se trece la demontarea și repararea sau înlocuirea elementului defect urmat de remontare. La demontare sau montare se vor folosi scule corespunzătoare și se vor evita loviturile sau forțarea elementelor pentru executarea operației respective.

O atenție deosebită se va acorda articulațiilor și ghidajelor săniilor mecanismului, deoarece uzura avansată a acestora, gripajele sau jocurile influențează în mare măsură atît precizia de măsurare, cît și eroarea de control și reglare la dimensiune a mecanismului.

În cazul unei uzuri avansate a articulațiilor, se impune rectificarea axelor și alezarea găurilor articulațiilor în care se introduc bucșe de bronz sau alamă executate după diametrul axelor rectificate.

Uzurile pronunțate sau gripajele la ghidajele săniilor se remediază prin tușare sau rectificare.

După remedierea defectelor elementelor mecanice, se verifică funcțional mecanismul și se execută reglajele necesare.

Funcționarea în bune condițiuni a elementelor hidraulice sau pneumatice ale mecanismului depinde în foarte mare măsură de modul de întreținere și supraveghere în exploatare. De aceea înainte de punerea în funcțiune a mecanismului este necesar să se verifice starea uleiului din circuitul hidraulic sau a lichidului din aparatele de măsură, starea de curățenie a rezervorului, sorbului, conductelor, filtrelor etc. Dacă totul este în ordine se trece la purjarea instalației (în cazul mecanismelor cu circuite pneumatice, pentru eliminarea apei din circuit). Eventualele abateri de la funcționarea corectă a mecanismului este necesar să fie remediate imediat pentru evitarea apariției și a altor defecțiuni.

O atenție deosebită trebuie acordată uleiului folosit în circuitul hidraulic al mecanismului de control și reglare la dimensiune, deoarece cu timpul acesta poate să îmbătrînească pierzîndu-și astfel calitățile de ungere. În această situație uleiul devine coroziv, favorizînd astfel uzura diferitelor elemente din circuitul hidraulic al mecanismului. În ulei pot să pătrundă diferite impurități antrenate din exterior, apă datorită condensării pe pereții rezervorului sau prin pătrunderea aerului umed, dînd naștere la rugină.

Pentru evitarea acestor neajunsuri, este necesar ca uleiul să fie schimbat periodic sau atunci cînd se constată că s-a produs îmbătrînirea sau impurificarea sa. Aceasta se poate verifica prin picurarea pe hîrtie de filtru a cîtorva picături de ulei din circuitul mecanismului. Cu cît pata lăsată pe hîrtie este mai închisă, cu atît gradul de murdărie sau îmbătrînire al uleiului este mai mare.

Schimbarea uleiului în circuitele hidraulice ale mecanismelor de control și reglare automată la dimensiune se recomandă să fie făcută la 50—100 ore de funcționare. Este interzisă completarea uleiului vechi cu ulei nou, deoarece acesta poate avea ca efect obținerea unei calități necorespunzătoare a uleiului din circuitul hidraulic al mecanismului.

În circuitul hidraulic poate să pătrundă aer, care este o sursă generală de deranjamente. Pătrunderea aerului în circuit se produce prin conductele de aspirație, prin neetanșeități ale circuitului hidraulic datorită spargerii garniturilor de etanșare, sau datorită destinderii uleiului în timpul funcționării. Simptomele pătrunderii aerului

în ulei se recunosc după culoarea acestuia care devine în acest caz galben deschis, după producerea de pocnituri în circuitul hidraulic și apariția spumei, cum și după trepidațiile și mersul în salturi la deplasarea elementelor mecanismului.

Remedierea deranjamentului se realizează prin eliminarea aerului din circuitul hidraulic cu ajutorul unor dopuri sau ventile de aerisire. Dezaerarea se consideră efectuată în momentul cînd prin orificiile de evacuare iese ulei compact fără bule de aer.

O atenție deosebită se va acorda etanșării racordurilor de legătură și îmbinării conductelor ; în acest caz se vor verifica și înlocui garniturile și elementele de etanșare defecte. Garniturile se execută din cauciuc rezistent la acțiunea uleiului și a temperaturilor ce iau naștere în timpul lucrului, suprafețele acestora trebuie să fie netede, fără crețuri, rupturi sau exfolieri.

În exploatare conductele, filtrele mecanice și magnetice, sitele sorburilor și cele de la orificiile de umplere, precum și rezervorul și întregul aparataj hidraulic al mecanismului de control și reglare vor fi curățate și verificate periodic. În timpul întreținerii sau remedierii defectelor se va evita pătrunderea de corpuri străine în aparate sau circuite.

În practică se va avea în vedere în mod deosebit întreținerea sistemului sertăraș-distribuitor pentru a micșora frecările și a evita gripajele și blocările mecanismului în timpul lucrului. Frecările depind în general de mărimea suprafețelor în contact, de calitatea suprafețelor și de natura lichidului folosit.

Repararea cilindrilor pistoanelor sau sertărașelor constă în controlarea dimensiunilor, formei și a gradului de uzură ; se curăță, iar în caz de uzură avansată se înlocuiesc.

Buna funcționare a elementelor electrice, ale mecanismelor de control și reglare automată la dimensiune se reflectă direct în menținerea caracteristicilor de lucru ale acestora, asigurînd respectarea performanțelor de reglare și control. În condițiile de întreținere ale elementelor electrice se va avea în vedere verificarea stării conductoarelor, a legăturilor electrice, starea contactelor și a aparatajului electric ce intră în componența mecanismului.

În general echipamentul electric al mecanismelor de reglare și control se amplasează în dulapuri sau pupitre astfel încît să aibă o izolare perfectă și o protecție sigură împotriva diferiților agenți care ar putea periclita funcționarea normală a mecanismului. În acest sens, se are în vedere ca aparatajul electric al mecanismului să fie ferit pe cît posibil de influența vibrațiilor mașinii produse în timpul lucrului, precum și de agenții poluanți cu praf sau pulberi metalice

rezultate din procesul de așchiere. Periodic se vor verifica legăturile la aparate, la șirul de cleme, precum și starea izolației conductoarelor.

O atenție deosebită se va acorda controlului periodic al modului de funcționare a sistemului de acționare prin electromagneți, astfel încît să se asigure efectuarea corectă a curselor armăturilor, eliminarea eventualelor elemente de blocare sau frînare datorită diferitelor impurități depuse sau defectelor funcționale ale elementelor acționate.

Remedierea defecțiunilor se face după verificarea instalației și depistarea cauzelor care au determinat defectul. În scopul depistării defecțiunilor se verifică circuitul afectat de la panoul de alimentare pînă la punctul de închidere. Verificarea se face cu aparate sau în lipsa acestora cu lampa de control pe porțiuni corespunzătoare a două contacte sau legături fixe succesive existente în circuitul respectiv. După stabilirea porțiunii din circuit care conține defecțiunea, se verifică funcționarea fiecărui aparat și starea legăturilor existente în zona respectivă.

În cazul unor legături slăbite, se va asigura fixarea corespunzătoare a conductoarelor la contactele fixe sau în clema de șir. Dacă se constată defecțiuni ale unor contacte mobile sau fixe de la diferite aparate ale mecanismului, acestea se vor înlocui cu aparate noi, avînd caracteristici echivalente celor prevăzute în schemă.

Nu se recomandă înlocuirea unor părți din aparate ce intră în componența mecanismelor de control și reglarea automată la dimensiune, chiar dacă defecțiunea se referă numai la contactele fixe ale acestora, deoarece în aceste condiții nu se poate asigura o funcționare normală, favorizînd producerea de erori în lanțul de reglare.

3.13. VERIFICAREA ȘI CONTROLUL REPARAȚIILOR ECHIPAMENTULUI ELECTRIC

Orice aparat care a suferit o reparație înainte de a fi dat în exploatare trebuie să fie controlat și reglat. Lucrările de reglare și control ale echipamentului electric de pe utilajele industriale cuprind o gamă de operații specifice fiecărui tip de aparat sau mecanism și are în vedere următoarele etape principale :

— *Verificarea aspectului exterior* și a ușurinței manevrării pieselor pentru acționarea aparatului.

— *Verificarea reglajului elementelor mecanice,* care trebuie să asigure funcționarea perfectă urmărindu-se :

— mișcarea lină în axe a părților mobile ;

— îndepărtarea frecărilor sau înțepenirilor, precum și a cauzelor care le provoacă ;

— înlocuirea pieselor strîmbate cu ocazia demontării și montării ;

— reglarea distanței între contacte și a presiunii de apăsare a arcurilor etc.

În practică, verificarea și reglarea mecanică a aparatelor diferă de la un tip de aparat la altul în funcție de natura constructivă a acestora.

În general, operațiile ce se execută cu ocazia controlului și verificării aparatelor sînt :

— strîngerea șuruburilor de fixare a lagărelor, asigurarea coaxialității lagărelor și înlăturarea frecărilor sau înțepenirilor în lagăre.

Reglarea coaxialității se face slăbind puțin șuruburile de fixare și deplasînd cu atenție lagărul pînă cînd se realizează o mișcare ușoară și fără șocuri a axului în lagăre, după care se strîng șuruburile de fixare, prevenindu-se dereglarea poziției reciproce a lagărelor.

— Verificarea și strîngerea șuruburilor pentru fixarea contactelor pe suportul port-contact.

— Reglarea distanței dintre contacte, a închiderii simultane și corecte, reglarea cursei de contact.

Distanța dintre contacte și cursa în contact se reglează la unele aparate prin deplasarea piesei port-contact și blocarea în poziția corespunzătoare cu ajutorul șuruburilor de fixare. La alte aparate reglajul se realizează prin îndoirea piesei port-contact. Reglarea poziției contactelor mobile și fixe va fi astfel făcută încît acestea să calce perfect și uniform unul pe celălalt.

Reglarea se mai poate realiza și prin deplasarea casetei port-contact față de piesa de acționare a contactelor auxiliare. În cest scop se slăbesc șuruburile de fixare ale casetei și se deplasează caseta pînă cînd se realizează poziția de schimbare a contactului. Se strîng apoi șuruburile de fixare, deoarece funcționarea repetată a aparatului poate duce la deplasarea casetei cu contacte auxiliare, favorizînd astfel deranjarea întregii scheme în care lucrează aparatul.

— Verificarea forței de apăsare pe contact, reglarea ei în limitele prescrise în documentația tehnică a aparatului și înlocuirea arcurilor care nu asigură această forță.

În exploatare trebuie ținut seama de faptul că forța de apăsare prea mică are ca efect încălzirea contactelor, urmată de o uzură prematură a acestora, în timp ce o forță de apăsare prea mare favorizează creșterea uzurii mecanice.

Verificarea forței de apăsare pe contact se face cu ajutorul unui dinamometru. Pentru aceasta dinamometrul se leagă de contactul mobil și se acționează pe o direcție perpendiculară pe suprafața de contact, apoi se citește valoarea indicată pe dinamometru în momentul desprinderii contactului mobil de contactul fix.

Valoarea citită pe dinamometru indică forța de apăsare pe contact, în grame.

În general, presiunea de contact la aparate cu curent nominal mare trebuie să fie de cel puțin 15 g/A, iar la cele cu curent nominal relativ redus, de cel puțin 20 g/A.

După executarea reglajului sau schimbării arcurilor, se vor strînge bine șuruburile și piulițele asigurîndu-se cu șaibe de siguranță împotriva slăbirii în timpul funcționării.

La aparatele prevăzute cu mecanisme de sacadare se impune verificarea și reglarea funcționării acestor mecanisme. Pentru aceasta este necesar să se manevreze de cîteva ori maneta de acționare, urmărindu-se concomitent și mișcarea contactelor.

În cazul nefuncționării mecanismului se va examina starea arcurilor dacă nu cumva s-au rupt, sau dacă nu și-a pierdut elasticitatea. Dacă arcurile sînt în bună stare, se va regla mecanismul, iar dacă sînt rupte se procedează la înlocuirea lor, urmată de o reglare corespunzătoare.

În cazul aparatelor prevăzute cu electromagneți de tensiune sau de curent, pe lîngă operațiile de reglare mecanică menționate mai sus, se mai au în vedere o serie de verificări specifice acestor tipuri de aparate care constau în :

— Verificarea și reglarea așezării și suprapunerii complete a armăturii mobile pe miez. Aceasta este deosebit de important în special pentru electromagneții de curent alternativ, deoarece în acest fel se micșorează vibrațiile și curentul absorbit de bobină. Dacă unul din cele două miezuri ale electromagnetului nu are autoașezare, se pot produce întrefieruri pe o singură parte și defazări. Dacă există un joc în fixare pentru autoașezare, iar miezurile electromagnetului nu se așază perfect unul pe celălalt, este necesar ca fețele de așezare să fie rectificate din nou pe o mașină de rectificat plan.

În exploatare, pentru a permite așezarea completă a miezurilor electromagnetului se îndoaie puțin cu ajutorul unui levier suportul miezului mobil. Aceasta trebuie făcută ușor și cu atenție pentru a nu depăși poziția corectă de așezare.

— Verificarea și reglarea fixării bobinei electromagneților, precum și integritatea și starea spirelor în scurtcircuit. Trebuie ținut seama de faptul că acest defect nu poate fi observat în mod curent sau la examinări sumare. Pentru depistarea unui asemenea defect se impune ca după reparare aparatele și mecanismele cu electromagneți să fie supuse la probele electrice de funcționare.

— *Verificarea și reglajul electric* trebuie să asigure funcționarea releelor termice și electromagnetice, a electromagneților de acționare, a traductoarelor etc.

În cadrul operațiilor de verificare și reglare electrică se controlează următoarele mărimi :

— tensiunea sau curentul la care electromagnetul atrage miezul mobil în cazul electromagneților cu bobină de tensiune sau de curent) ;

— tensiunea sau curentul la care electromagnetul reține ;

— tensiunea sau curentul la care electromagnetul nu mai reține și miezul mobil este eliberat.

Reglarea funcționării electromagnetului la valorile respective se realizează fie prin variația întrefierului dintre miezurile fix și mobil, (variația tensiunii sau curentului de atragere), fie prin reglarea resortului antagonist cu ajutorul căruia se realizează valorile de reținere sau de eliberare a tensiunii sau curentului.

Aparatele de curent continuu ale căror bobine nu absorb mai mult de 2A se reglează cu ajutorul unui potențiometru, care permite să se varieze în mod continuu tensiunea de la valoarea zero pînă la valoarea nominală a rețelei de alimentare.

În exploatare aparatele se pot verifica și regla folosindu-se alimentarea de la rețeaua de curent alternativ prin intermediul unui potențiometru sau transformator, urmată de redresarea curentului alternativ cu ajutorul unui redresor.

La aparatele de curent alternativ, în mod deosebit se va urmări cu ocazia reglajului ca electromagneții să nu vibreze în poziția închis atunci cînd sînt alimentați la tensiunea sau curentul nominal. În acest scop se va regla așezarea corectă a miezurilor electromagneților.

În cazul aparatelor prevăzute cu electromagneți de curent alternativ, spre deosebire de cele cu electromagneți de curent continuu, nu este necesară executarea unei corecții de temperatură, deoarece încălzirea electromagneților acestor aparate nu are influență asupra tensiunii de acționare.

Operațiile de verificare și reglaj electric al aparatelor cu electromagneți la tensiunea de atragere trebuie executate cît mai repede pentru a evita supraîncălzirea bobinei în cazul în care nu este atras.

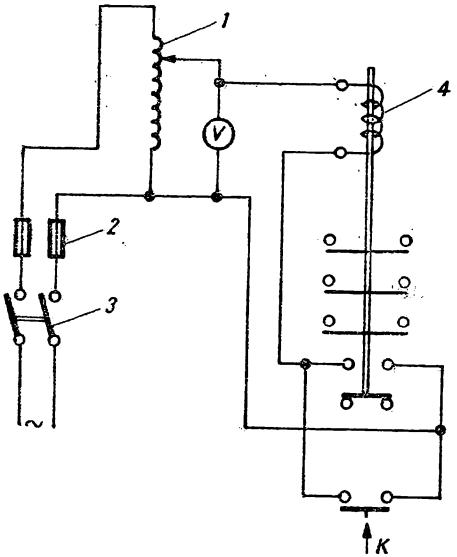


Fig. 3.146. Încercarea funcționării contactoarelor cu autotransformator : 1 — autotransformator ; 2 — siguranțe fuzibile ; 3 — întreruptor ; 4 — bobină.

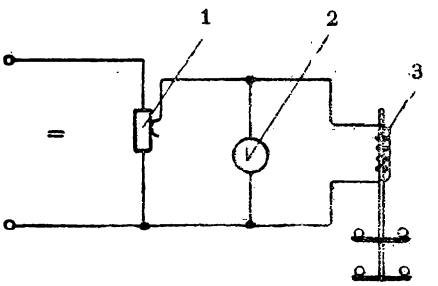


Fig. 3.147. Schema de reglare a unui releu sau declanșator de tensiune care funcționează în curent continuu : 1 — reostat ; 2 — voltmetru ; 3 — bobină releu.

Pentru reglarea tensiunii de eliberare se recomandă folosirea unui autotransformator sau un potențiometru conectat ca în schema din fig. 3.146 care evită supraîncălzirea bobinelor și a instalației de reglare. La această încercare armătura mobilă se închide cu mîna și este reținută datorită aplicării tensiunii prin contactul auxiliar. Se recomandă ca tensiunea de eliberare să fie de circa 30% din tensiunea nominală.

Aparatele prevăzute cu relee și declanșatoare de tensiune în curent continuu se reglează la valoarea corespunzătoare folosind schema din fig. 3.147.

Tensiunea de atragere se reglează prin variația întrefierului, iar tensiunea de eliberare prin variația întinderii resortului antagonist.

O atenție deosebită trebuie acordată verificării și reglării releelor termice pentru protecția motoarelor electrice de acționare împotriva suprasarcinilor de durată.

În conformitate cu prescripțiile STAS 4480-77, releele termice trebuie să funcționeze astfel :

La 1,5 I_n trebuie să declanșeze în 2 minute ; la 1,2 I_n trebuie să declanșeze în 2 ore. La 1,05 I_n trebuie să nu declanșeze în 2 ore ; La

6 I_n trebuie să nu declanșeze pînă la 20 secunde, însă trebuie să declanșeze înainte de a se distruge.

Înainte de a se efectua reglajul electric, se recomandă verificarea funcționării mecanice a mecanismului releului (aceasta se face conform metodelor menționate mai sus).

După executarea operațiilor de reglare, aparatul se curăță de praf, de pilitură de fier, sau de amestecuri dintre acestea cu ulei.

După curățarea aparatului se va executa verificarea izolației pieselor parcurse de curent, care se face cu ajutorul megohmetrului. Pentru aceasta unul din firele megohmetrului se introduce în corpul aparatului, iar celălalt se pune în legătură, respectiv în contact succesiv cu toate piesele parcurse de curent. Rezistența izolației trebuie să corespundă cu datele din instrucțiunile fabricii constructoare.

Verificarea montării corecte a aparatului conform schemei se face cu ajutorul lămpii de control. Pentru aceasta unul din capetele firului lămpii se leagă succesiv la cîte una din borne, iar cu celălalt capăt se ating celelalte borne și părțile de contact. Lampa trebuie să se aprindă numai în cazul atingerii capătului firului cu care borna respectivă are legătură electrică în schemă și nu trebuie să se aprindă cînd se face legătura cu celelalte părți ale aparatului.

După efectuarea verificării și reglării, aparatul se montează conform schemei de comandă și se controlează sub curent toate pozițiile, urmărindu-se ca acestea să realizeze semnalele sau impulsurile de comandă cerute.

În cazul în care aparatul îndeplinește condițiile de verificare la care a fost supus se poate da în exploatare.

3.14. MOTOARE ELECTRICE DE ACȚIONARE ȘI MAȘINI ELECTRICE SPECIALE AFERENTE UTILAJULUI INDUSTRIAL

3.14.1. GENERALITĂȚI PRIVIND REPARAREA MOTOARELOR ELECTRICE

Reparațiile mașinilor electrice aferente utilajelor industriale trebuie organizate ca reparații preventive planificate. Astfel, trebuie întocmite grafice de reparații ale motoarelor electrice, ținîndu-se seama

de funcționarea și uzura lor. Graficul trebuie să prevadă succesiunea reparațiilor mașinilor, fără a stînjeni funcționarea mecanismelor acționate de aceste mașini.

Repararea trebuie să fie în toate cazurile un mijloc de prevenire a avariilor și nu de înlăturare a urmărilor acestora. Volumul de lucrări necesitat de o reparație la fiecare mașină electrică este determinat de starea pieselor ei mecanice, a înfășurărilor, a conductoarelor de ieșire etc. În general, lucrările de reparații sînt împărțite în lucrări de reparații curente, lucrări de reparații medii și lucrări de reparații capitale.

Reparațiile curente pot necesita o demontare parțială a mașinilor electrice respective și pot fi efectuate la locul de lucru al mașinilor. În timpul acestor reparații se înlocuiesc piesele uzate, se înlătură defecțiunile mici ale mașinii.

Din categoria reparațiilor curente fac parte următoarele lucrări :

— verificarea fixării mașinii și a funcționării mecansimului de transmisie al mișcării ;

— verificarea cutiei de borne și înlocuirea șuruburilor uzate ;

— verificarea colectorului, curățirea și șlefuirea lui ;

— verificarea uzurii periilor și înlocuirea periilor uzate, precum și ajustarea lor ;

— verificarea stării izolației înfășurărilor între ele și față de corpul mașinii și recondiționarea ei în locurile deteriorate, sau slăbite ;

— vopsirea mașinii ;

— ungerea lagărelor cu lubrifianți corespunzători.

Reparațiile medii ale mașinilor electrice necesită demontări parțiale sau totale ale acestora, operațiile executate fiind mai grele decît cele de la reparațiile curente.

În general, din grupa acestor reparații fac parte :

— toate operațiile cuprinse la reparațiile curente ;

— verificarea și reparațiile mărunte ale mecanismului pentru apăsarea periilor colectoare pe colectoarele mașinilor de curent continuu, pe inelele colectoare la mașinile asincrone cu rotorul bobinat, la mașinile sincrone în construcție clasică sau construcție inversată ;

— spălarea și recanelarea colectorului, verificarea stării izolației sale, lipirea la colector a steguletului și a capetelor înfășurărilor ;

— demontarea lagărelor, curățarea, înlocuirea lor acolo unde este cazul, ungerea cu lubrifianți corespunzători ;

— recondiționarea izolațiilor deteriorate în condiții mai grele decît cele de la reparațiile curente.

Reparațiile capitale ale mașinilor electrice necesită demontarea completă a mașinilor.

Partea cea mai importantă a reparațiilor capitale ale mașinilor electrice constituie repararea sau înlocuirea înfășurărilor, operație care se caracterizează prin durată lungă și printr-un volum foarte mare de manoperă. În afară de înlocuirea parțială sau totală a înfășurărilor, aceste lucrări mai cuprind returnarea rotorului în scurtcircuit în cazul rotoarelor cu colivii din aluminiu sau înlocuirea barelor și a inelelor de scurtcircuitare fisurate, urmate de sudarea barelor și inelelor în cazul rotorilor cu colivii din bare profilate de cupru, înlocuirea scuturilor uzate, sudarea fisurilor din corpul mașinii, repararea colectorului, a inelelor colectoare, îndreptarea axului rotorului, echilibrarea rotorului, modificarea mașinii pentru alți parametrii de funcționare, bandajarea rotorului, uscarea și impregnarea înfășurărilor.

Aceste reparații nu mai pot fi efectuate la locul de lucru al mașinii electrice respective, fiind necesară transportarea lor la atelierele dotate cu sculele și utilajele corespunzătoare.

După reparația capitală mașina este supusă unui ciclu complet de încercări, în urma cărora se stabilește dacă mașina poate fi pusă în funcțiune la parametrii inițiali.

Exploatarea corectă a mașinilor electrice constă în curățirea și ungerea regulată, în supravegherea încălzirii și a încărcării normale, în înlăturarea scînteilor ce apar la colector, deoarece orice apariție a acestor scîntei indică o funcționare incorectă.

Reviziile periodice se fac în timpul opririlor de scurtă durată ale utilajului acționate de mașina electrică. În timpul acestor revizii se curăță părțile accesibile ale mașinilor prin înlăturarea prafului cu ajutorul unui aspirator de praf sau în cel mai rău caz suflîndu-se cu aer comprimat, și se înlocuiesc periile uzate cu perii noi, perii care se șlefuiesc după raza colectorului sau inelelor colectoare, se verifică funcționarea portperiilor, se verifică uzura lagărelor care se ung cu lubrifianți corespunzători etc.

De obicei, în timpul reviziilor periodice se efectuează simultan și încercările mașinilor, cum ar fi : măsurarea rezistenței de izolație, măsurarea rigidității dielectrice a izolației mașinilor de medie și înaltă tensiune, măsurarea bătăii arborelui etc., și se caută să se înlăture defecțiunile constatate.

Periodicitatea verificărilor și reparațiilor preventive depind de condițiile producției și ale mediului ambiant (praf, umiditate, vapori ai diverselor substanțe, temperatura mediului ambiant, caracterul sarcinii etc.). Orientativ, pentru diverse ateliere în care sînt montate utilaje industriale, se recomandă ca verificările motoarelor electrice aferente lor și reparațiile planificate preventive să se facă conform tabelului 3.10.

Tabelul 3.10

Periodicitatea verificării și reparării mașinilor electrice funcție de mediul ambiant

Felul atelierului	Perioada	Observații
I. Periodicitatea verificărilor		
Ateliere mecanice pentru prelucrare prin așchiere	la 2 luni	Pentru motoarele închise la 3 luni
— Sectoarele atelierelor în care există polizoare	la 2 săptămîni	
— Atelier de ștanțare la rece	la 2 luni	Pentru motoare închise la 3 luni
— Ateliere de forjare și laminare	la 1 lună	
— Ateliere de tîmplărie	la 1 săptămînă	
— Ateliere de turnătorie	la 2 săptămîni	
— Ateliere cu conținut mare de praf (fabrici de ciment, uzine chimice)	la 1 săptămînă	
— Ateliere cu conținut mare de umiditate	la 1 săptămînă	Pentru motoare închise la 2 luni iar pentru cele protejate la 1 lună
— Ateliere care conțin acizi	la 1 lună	Motoare cu izolație rezistentă la acizi
II. Periodicitatea reparațiilor		
— Ateliere mecanice cu număr redus de polizoare	la 1 an	Pentru motoarele închise la 6 luni
— Ateliere mecanice cu polizoare, cu lucrări de fontă peste 10% și lucrări de oțel peste 20%	la 3 luni	
— Ateliere de ștanțare la rece	la 1 an	Pentru motoare închise la 1 an
— Ateliere de forjare, laminare	la 6 luni	
— Ateliere de turnătorie	la 3 luni	
— Ateliere de tîmplărie	la 2—3 luni	
— Ateliere cu conținut ridicat de praf	la 2—3 luni	
— Ateliere cu conținut ridicat de umiditate	la 3 luni	
— Ateliere cu conținut în acizi	la 3 luni	

Intervalele dintre verificările și reparațiile planificate preventive indicate în tabelul 3.10 pot fi schimbate în funcție de condițiile locale ale fiecărei mașini în parte.

În general, lucrările care se fac la verificările și reparațiile periodice ale mașinilor electrice sînt arătate în tabelul 3.11.

În vederea exploatării în bune condiții a întreținerii corecte și a reparării corespunzătoare a motoarelor, trebuie cunoscute defectele ce pot apărea în funcționarea motoarelor electrice.

Pentru o prezentare mai clară, în tabelele 3.12, 3.13 și 3.14 sînt prezentate principalele defecte ce pot să apară la motoarele electrice, cauzele ce le-au determinat și măsurile ce trebuiesc luate pentru remedierea lor.

Tabelul 3.11

Lucrări ce se execută la verificările și reparațiile planificate

Denumirea lucrărilor	Conținutul lucrării
I. *Lucrări de verificări planificate*	
Curățirea fără demontare	— Curățarea inelelor, colectorului și portperiilor; — Curățarea înfășurărilor și suflarea canalelor de ventilație la locurile accesibile
Verificarea fixării prin buloane, șuruburi și strîngerea piuliților	— Revizia șuruburilor de fundație; — Revizia șuruburilor căpăcelelor și scuturilor; — Revizia șuruburilor și piuliților mecanismului portperiilor; — Revizia punerii la pămînt
Revizia transmisiei mișcării	— Verificarea așezătii șaibei de transmisie, a pinionului sau cuplei; — Verificarea uzurii pinionului și înlocuirea lui dacă este cazul
Revizia și verificarea portperiilor și periilor	— Reglarea presiunii periilor; — Înlocuirea periilor uzate; — Șlefuirea periilor; — Reglarea distanței dintre portperii și colector sau inel colector
Verificarea lagărelor	— Verificarea lipsei zgomotului și a supraîncălzirii lagărelor — Verificarea lipsei gripării sau începutului de gripare
Verificarea și curățirea conexiunilor de contact la bornele motorului	— Verificarea lipsei de supraîncălziri locale; — Înlocuirea papucilor în caz de necesitate; — Strîngerea piuliților

Tabelul 3.11 (continuare)

Denumirea lucrărilor	Conținutul lucrării
II. *Lucrări de reparații planificate*	
Verificarea fără demontare	— Măsurarea întrefierului; — Măsurarea jocului la lagăre; — Măsurarea rezistenței de izolație
Curățarea cu demontare	— Suflarea canalelor de ventilație; — Curățirea și lăcuirea înfășurărilor; — Spălarea lagărelor; — Curățirea inelelor colectoare sau a colectorului; — Curățarea port-periilor; — Curățarea cutiei de borne; — Curățarea transmisiei mișcării
Înlocuirea și repararea pieselor defecte și uzate	— Turnarea din nou sau înlocuirea cuzineților, înlocuirea rulmenților cu bile sau role uzați; — Înlocuirea și repararea pieselor defecte ale portperiilor și mecanismului pentru ridicarea periilor; — Înlocuirea periilor uzate; — Strunjirea inelelor colectoare în cazul motoarelor asincrone cu rotor bobinat; — Strunjirea, șlefuirea și canelarea colectoarelor pentru motoarele de curent continuu; — Înlocuirea pieselor uzate și defecte ale transmisiei; — Înlocuirea papucilor defecți ai cablurilor de alimentare
Asamblarea motorului, montarea la locul de lucru și verificarea fundației	— Verificarea montării corecte a motorului; — Verificarea rigidității așezării transmiilor de orice fel; — Verificarea fundației; — Verificarea și strîngerea îmbinărilor cu șuruburi pe fundație
Reverificarea periilor și a portperiilor	— Verificarea poziției periilor; — Reglarea presiunii periilor; — Șlefuirea periilor; — Reglarea distanței dintre portperie și inelul colector sau colector
Verificarea punerii la pămînt	Repararea bornelor de punere la pămînt
Verificarea apărătorilor mecanismului de transmisie	Verificarea apărătoarelor și fixarea lor peste curelele de transmisie, cuple sau pinioane

Principalele deranjamente electrice ale motoarelor electrice de curent continuu

Cauza posibilă	Metoda de reparare
I. Formarea de scîntei la colector	
— Montarea greşită a periilor:	— Montarea corectă, reglarea sau schimbarea periilor:
— nu sînt pe axa neutră,	— calarea corectă a periilor
— perii rău şlefuite,	— şlefuirea periilor
— perii rău aplicate,	— aşezarea corectă a periilor
— apăsarea neuniformă a periilor,	— reglarea apăsării prin întinderea sau destinderea resortului.,
— perii uzate,	— schimbarea periilor,
— perii prea mari,	— schimbarea periilor
— calitate sau dimensiune necorespunzătoare ale periilor	— schimbarea periilor
Colector rugosovalizat, murdar etc.	— Şlefuirea colectorului sau strîngerea şi şlefuirea sa
Colectorul are joc	— Încălzirea colectorului, urmată de strîngere, strunjire şi şlefuire
Izolaţie ieşită între lamelele colectorului	— Canalerea colectorului
Polaritate greşită a înfăşurării polilor auxiliari	— Verificarea sensului curentului în polii auxiliari
— Scurtcircuit în înfăşurarea polilor auxiliari	— Repararea sau înlocuirea înfăşurării defecte
— Viteză prea mare de rotaţie	— Micşorarea rotaţiei cu ajutorul reostatelor
— Supraîncălzire	— Diminuarea supraîncălzirii
— Contrlolul slab între înfăşurarea indusului şi colector	— Consolidarea locurilor slabe ale contactului
— Poziţia excentrică a rotorului între poli, din cauza uzurii lagărelor	— Verificarea întrefierului, centrarea indusului şi înlocuirea lagărelor sau rulmenţilor uzaţi
— Dezlipirea legăturilor echipotenţiale sau contacte slabe	— Refacerea legăturilor şi contactelor slabe
— Contact între bobinele polilor şi corpul motorului	— Verificarea rezistenţei de izolaţie şi repararea ei
— Fixare slabă pe fundaţie	— Strîngerea piuliţelor, şuruburilor de fundaţie
— Vibraţia maşinii la o fundaţie solidă	— Echilibrarea şaibei de transmisie sau a rotorului
— Bătaia curelei	— Întinderea curelei prin deplasarea motorului pe sanie sau a rolei de întindere
II. Încălzirea colectorului	
— Perii necorespunzătoare faţă de densitatea de curent	— Înlocuirea periilor
— Aşezarea greşită a periilor	— Corectarea aşezării periilor
— Ventilaţia colectorului este insuficientă	— Îmbunătăţirea ventilaţiei

Tabelul 3.12 (continuare)

Cauza posibilă	Metoda de reparare
III. Încălzirea îndusului (rotorului)	
— Supraîncărcarea mașinii	— Se elimină supraîncărcarea
— Tensiunea mărită	— Verificarea tensiunii aplicate rotorului și reducerea ei
— Viteză redusă la o excitație puternică	— Mărirea vitezei prin reostat
— Scurtcircuitarea uneia sau mai multor secții ale înfășurării de excitație	— Eliminarea scurtcircuitării prin reparare sau înlocuire
— Scurtcircuit în înfășurarea rotorului	— Eliminarea scurtcircuitului prin reparare sau înlocuire
— Perii prea late	— Înlocuirea periilor
— Înfășurarea rotorului este umezită	— Uscarea rotorului
— Temperatură ridicată în încăperea în care lucrează motorul	— Ventilarea încăperii
IV. Încălzirea polilor principali	
— Curent puternic în înfășurarea polilor principali	
— lipsa reostatului de reglaj,	— Montarea reostatului,
— conectarea greșită a bobinelor de excitație (de exemplu legarea în paralel în loc de serie)	— verificarea și reconectarea corectă a înfășurărilor
— tensiune de alimentare a excitației este prea mare,	— Verificarea tensiunii de alimentare și reducerea ei,
— scurtcircuit între spirele excitației	— verificarea izolației, repararea sau înlocuirea înfășurării unde nu e posibilă repararerea
— Înfășurarea de excitație este umezită	— Uscarea înfășurărilor
— Ventilație insuficientă	— Îmbunătățirea ventilației
V. Încălzirea polilor auxiliari	
— Supraîncărcarea mașinii	— Eliminarea supraîncărcării
— Conectarea greșită a polilor auxiliari	— Verificarea și reconectarea corectă a înfășurării polilor auxiliari
— Ventilație insuficientă	— Îmbunătățirea ventilației
— Înfășurarea polilor auxiliari este umezită	— Uscarea înfășurărilor
VI. Motorul nu pornește	
— Întreruperea circuitelor (siguranței arse ; cablu întrerupt, înfășurări întrerupte)	— Restabilirea circuitului întrerupt sau repararea motorului.
— Sarcină excesivă la pornire	— Micșorarea corespunzătoare a sarcinii
— Așezare greșită a periilor	— Conectarea poziției periilor
— Contact slab la perii	— Verificarea și șlefuirea perilor
— Racordare greșită la reostat	— Verificarea și racordarea corectă a reostatului
— Defectarea izolației înfășurării (rotorul se rotește neuniform, cu șocuri)	— Repararea înfășurărilor sau înlocuirea lor
— S-au ars una sau mai multe bobine ale rotorului	— Repararea sau înlocuirea înfășurărilor

Tabelul 3.12 (continuare)

Cauza posibilă	Metoda de reparare
VII. *Viteză anormală de rotaţie a rotorului*	
— Schema de conectare greşită	— Corectarea conectării
— Polaritate greşită a polilor	— Verificarea şi schimbarea polarităţii
— Poziţia greşită a manetei reostatului	— Corectarea poziţiei manetei reostatului
— Încărcare anormală a motorului	— Verificarea încărcării şi reducerea ei dacă este cazul
— Tensiune de alimentare anormală	— Verificarea tensiunii de alimentare şi corectarea ei
— Ambalarea motorului cu excitaţie derivaţie (curentul de excitaţie este prea mic sau curentul de excitaţie lipseşte complet)	— Verificarea legăturilor excitaţiei derivaţie şi restabilirea ei
— Ambalarea motorului cu excitaţie serie	— Verificarea sarcinii motorului şi mărirea ei
— Ambalarea motorului cu excitaţie mixtă (la sarcina mică înfăşurările sînt conectate diferenţial)	— Mărirea sarcinii motorului sau conectarea adiţională a înfăşurărilor

Tabelul 3.13

Principalele deranjamente mecanice ale motoarelor electrice de curent continuu şi curent alternativ

Cauza posibilă	Metoda de reparare
I. *Supraîncălzirea înfăşurării statorului motorului asincron*	
— Scurtcircuit între bobinele statorului	— Repararea locului defect sau înlocuirea bobinajului
— Scurtcircuit între faze	— Verificarea şi înlăturarea defectului
Sarcină mărită	— Reducerea sarcinii motorului
— Ventilaţie insuficientă	— Îmbunătăţirea ventilaţiei
— Conexiune în triunghi în loc de conexiune în stea	— Verificarea conexiunii şi refacerea corectă a conexiunii
— Rezistenţă scăzută a izolaţiei din cauza umezirii înfăşurărilor	— Curăţarea înfăşurării şi uscarea ei
II. *Supraîncălzirea înfăşurării rotorului motorului asincron*	
— Supraîncărcare	— Reducerea sarcinii motorului
— Rezistenţă scăzută a izolaţiei din cauza umezelii	— Uscarea înfăşurării
— Contact slab la legăturile înfăşurării	— Verificarea şi refacerea legăturilor slăbite
— Frecarea rotorului de stator	— Măsurarea întrefierului şi centrarea rotorului

Tabelul 3.13 (continuare)

Cauza posibilă	Metodă de reparare
III. *Supraîncălzirea înfăşurării de excitaţie a motorului sincron*	
— Scurtcircuit în înfăşurare	— Verificarea şi repararea sau înlocuirea înfăşurării
— Curentul de excitaţie prea mare	— Reglarea corespunzătoare a curentului de excitaţie cu reostatul
IV. *Scînteiere la inelelele colectoare*	
— Inelele colectoare sînt murdare, au asperităţi sau lovituri	— Inelele colectoare se strunjesc şi se şlefuiesc
— Periile nu se mişcă liber în portperii, sînt prost şlefuite	— Se şlefuiesc periile pentru a se mişca liber în port perie şi pentru a avea o bună suprafaţă de contact
— Periile nu apasă suficient asupra inelelor colectoare;	— Se reglează presiunea periilor
— Periile nu sînt corespunzătoare calitativ	— Se aleg perii de marcă corespunzătoare
V. *Motorul asincron nu porneşte*	
— Lipsa tensiunii în una din faze	— Se elimină întreruperea, iar în caz de ardere a înfăşurării se rebobinează
— O fază este legată cu capetele schimbate (la montajul stea)	— Controlarea sensului bobinei, începuturile şi sfîrşiturile fazelor şi refacerea legăturilor
— Conexiune în stea în loc de triunghi (motorul nu porneşte în plină sarcină)	— Verificarea conexiunilor şi conectarea corectă
— Ruperea inelelor de scurtcircuitare (la rotoarele în scurtcircuit)	— Sudarea inelelor şi dacă nu este posibil, returnarea rotorului
— Sarcină excesivă la pornire	— Reducerea sarcinei
— Scurtcircuit în înfăşurarea statorului (la pornire sau ars siguranţele)	— Verificarea, refacerea sau înlocuirea înfăşurărilor
VI. *Viteza de rotaţie a motorului asincron este anormală*	
— Supraîncărcare	— Reducerea sarcinii motorului
— Înfăşurarea statorului este conectată în stea în loc de triunghi	— Verificarea conexiunii şi conectarea corectă
— La rotorul în scurtcircuit există o dezlipire a uneia sau mai multor bare	— Se determină barele defecte şi se reface legătura
— Contact slab în circuitul rotorului (din cauza funcţionării proaste a mecanismului de scurtcircuitare)	— Revizia mecanismului de scurtcircuitare a periilor
— Contact slab în circuitul statorului	— Verificarea şi restabilirea legăturilor defecte
— Întreruperea unei faze a statorului	— Verificarea întreruperii şi repararea înfăşurării
— Scurtcircuit între două perii	— Verificarea circuitelor şi înlăturarea defectului

Tabelul 3.13 (continuare)

Cauza posibilă	Metoda de reparare
— Contact defectuos în circuitele rotorului, la perii, în rezistența de pornire sau scurcircuit în bobinajul rotoric — Rotorul lucrează în două faze, datorită întreruperii unei faze sau din cauza că una din perii are contact prost	— Căutarea defectului și remedierea lui, înlocuirea bobinelor defecte sau rebobinarea completă — Verificarea fazelor, restabilirea legăturilor și dacă este cazul rebobinarea rotorului, reglarea presiunii periilor pe inelele colectoare

VII. *Motorul sincron nu pornește*

— Întrerupere în circuitul statorului	— Verificarea statorului și eliminarea întreruperii
— Întreruperea în înfășurarea de pornire, în cazul pornirii asincrone	— Determinarea întreruperii și eliminarea ei
— Scurtcircuit între spire în înfășurarea de excitație	— Verificarea înfășurării de excitație și repararea ei
— Scurtcircuit în înfășurarea statorului	— Eliminarea scurtcircuitului sau rebobinarea
— Tensiunea scăzută în rețea	— Măsurarea tensiunii și urmărirea ei
— Deranjament în autotransformatorul de pornire sau în reactor	— Verificarea și repararea lor

VIII. *Alte defecte ale motoarelor electrice*

— Supraîncălzirea fierului la sarcina nominală, din cauza scurtcircuitelor locale, între diferite tole ale pachetului de fier sau a tensiunii mărite a rețelei	— Se desface pachetul de tole și se îndepărtează bavurile, se lăcuiesc tolele cu izolația deteriorată, se micșorează tensiunea rețelei, se intensifică ventilația motorului
— Apariția cercului de foc la inelele colectoare, din cauza îmbicsirii inelelor colectoare, a întreruperii unei legături între rotor și reostatul de pornire	— Se curăță inelele colectoare, se verifică legăturile și se refac cele găsite întrerupte
— Inelele colectoare se uzează intens și neuniform, deoarece periile sînt prea tari, presiunea periilor pe inele este prea mare sau periile montate sînt de mărci diferite	— Se curăță inelele colectoare, îmbunătățind condițiile de funcționare, se controlează contactele și presiunea periilor, se montează perii de calitate corespunzătoare motorului respectiv
— Producerea străpungerii izolațiilor motorului din cauza funcționării în praf, a punților conductoare formate din pulbere de cărbune și cupru rezultate de la uzura excesivă a periilor și a inelelor colectoare, sau colectorului, a bobinajelor care s-au umezit din diverse motive, sau a izolației care a suferit o îmbătrînire naturală	— Se curăță motorul cu ajutorul unui aspirator de praf sau în cel mai rău caz se suflă praful cu un jet puternic de aer comprimat; uscarea bobinajelor și înlăturarea cauzei care a produs umezirea lor; se controlează atent, măsurîndu-se periodic rezistența de izolație și se remediază defectele constatate din timp pentru a se prelungi durata de utilizare a izolației înfășurărilor.

Tabelul 3.14

Principalele deranjamente electrice ale motoarelor electrice de curent alternativ

Cauza posibilă	Metoda de reparare
I. *Supraîncălzirea lagărelor de alunecare sau rostogolire*	
— Ungere insuficientă	— Se verifică dacă inelele de ungere corespund (să nu fie prea mici prea grele sau să nu fie gripate din cauza unei posibile magnetizări, se toarnă ulei în lagăr pînă la nivel
— Se utilizează ulei necorespunzător	— Se schimbă uleiul cu uleiul recomandat de producător
— Jocul dintre fusul arborelui şi cuzinet este prea mare	— Se rectifică arborele şi se alezează cuzinetul pentru a obţine jocul optim
— Calitatea necorespunzătoare a compoziţiei cuzinetului	— Înlocuirea cuzinetului cu unul corespunzător
— Murdărirea lagărelor de alunecare	— Se spală lagărele paliere şi se schimbă uleiul
— Perioada de pornire a motoarelor cu cuzineţi este prea mică	— Se verifică perioada de pornire a motorului şi se iau măsuri de pornire
— Rulmentul este murdar de praf sau alte particule	— Se spală rulmentul şi se schimbă unsoarea
— Unsoarea este murdară sau veche	— Se spală rulmentul şi se schimbă unsoarea
— Rulmentul este uzat, avînd joc	— Se schimbă rulmentul uzat
— Rulmentul nu este bine montat	— Se verifică montarea rulmentului şi se montează corect
— Cureaua de transmisie este prea întinsă, creînd presiune mare pe lagăre,	— Se slăbeşte cureaua prin deplasarea motorului pe sanie sau prin deplasarea rolei de întindere a curelei
— Şaiba de transmisie este prea mică	— Mărirea diametrului şaibei de transmisie
II. *Împrăştierea şi pătrunderea uleiului în motor*	
— Inelul de ungere aduce prea mult ulei pe arbore, din cauza uşurinţei sale şi deci a unei rotaţii rapide	— Se verifică şi se montează un inel mai greu
— Aerul antrenează uleiul pe arbore, din cauza ventilaţiei prea puternice a părţilor aflate în rotaţie	— Eliminarea ventilaţiei puternice din aceste zone
III. *Motorul vibrează în timpul funcţionării*	
— Rotorul, cuplajul sau şaiba de transmisie sînt dezechilibrate	— Echilibrarea elementelor aflate în rotaţie
— Deplasarea bobinajului rotorului din cauza unei consolidări necorespunzătoare a bandajelor	— Consolidarea bandajelor înfăşurării rotorice şi echilibrarea rotorului
— Deformarea sau montarea incorectă a curelelor de transmisie	— Înlocuirea curelelor deformate şi montarea corectă a curelelor

Tabelul 3.14 (continuare)

Cauza posibilă	Metoda de reparare
— Descentrarea cuplajului motorului cu mecanismul antrenat.	— Centrarea cuplajului
— Fundație necorespunzătoare	— Se string șuruburile de fundație, se iau măsuri pentru consolidarea fundației
— Scurtcircuit între spirele înfășurărilor	— Verificarea și îndepărtarea scurtcircuitelor prin reparare sau rebobinare

3.14.2. MONTAREA ECHIPAMENTULUI ȘI CABLURILOR ELECTRICE ÎN CADRUL SCHEMELOR DE COMANDĂ

Montarea aparatelor electrice în cadrul schemelor trebuie făcută respectînd instrucțiunile de montare și exploatare, precum și regulile de protecția muncii.

Înainte de a începe montarea se vor controla încă odată datele de catalog ale aparatelor cu cele din circuitul în care sînt montate. În primul rînd trebuie urmăriți următorii parametri principali :

— spațiul de montare disponibil,

— caracteristicile electrice : tensiunea nominală și curentul nominal,

— caracteristicile mecanice : forța de acționare, cursa, viteza de deplasare a organului de acționare, frecvența de acționare,

— posibilitățile de legare la borne,

— modul de fixare,

— mediul ambiant.

Trebuie evitată cu grijă la montare orice solicitare mecanică a aparatelor, superioară celor prescrise.

La fixarea aparatelor se vor folosi numai găurile prevăzute în acest scop, iar șuruburile se vor strînge definitiv numai după ce se verifică că organul de acționare nu solicită defectuos aparatele, datorită montării într-un loc sau într-o poziție necorespunzătoare. Totodată trebuie avut grijă la montare ca din cauza unui spațiu mic și a îndoirii conductoarelor de legătură, acestea să nu iasă din borne și în felul acesta circuitul să se întrerupă.

Verificarea stării aparatelor electrice înainte de montare este de preferat să se facă în următoarea ordine :

— carcasa,
— cadrul sau placa de bază,
— căile de curent,
— contactele,
— dispozitivele de stingere a arcului,
— releele declanșatoarelor, la întreruptoarele automate,
— dispozitivele de acționare (electromagnet, manetă, motor).

Verificarea carcasei aparatului constă în controlul integrității și etanșeității ei, acolo unde este cazul.

Integritatea se verifică vizual. În cazul carcasei din material plastic, cînd apar spargeri, aceasta trebuie înlocuită cu o alta în bună stare. Nu se recomandă înlocuirea carcaselor din material plastic cu carcase metalice. Dacă totuși nu se poate altfel, pentru o perioadă de timp, pînă se poate procura una corespunzătoare, se va avea grijă să se căptușească cu azbest carcasa din tablă, evitîndu-se producerea scurtcircuitelor datorită atingerii de carcasă a pieselor aflate sub tensiune sau datorită arcului electric, și se leagă la centura de legare la pămînt a atelierului.

Etanșeitatea carcaselor se verifică în ceea ce privește starea garniturilor de etanșare și a strîngerii șuruburilor. Garniturile nu trebuie să fie rupte sau să prezinte fisuri, iar cauciucul sau materialul din care sînt executate să nu fie sfărîmicios. Garniturile strivite care și-au pierdut elasticitatea sau sînt fisurate trebuie înlocuite imediat.

Etanșeitatea cuvelor cu ulei se verifică prin examinarea scurgerii de ulei ce apare la exterior. Dacă se constată pierderi de ulei, se scoate cuva, se golește de ulei și se repară fisurile prin sudură sau lipituri cu alamă. Pentru umplerea cuvelor aparatelor cu ulei se va folosi numai ulei electroizolant curat și fără umiditate.

Înainte de introducerea în cuvă a uleiului electroizolant se va usca prin fierbere timp de 3—4 ore la temperatura de 250°C.

Verificarea cadrului sau plăcii de bază este necesar să se facă mai ales la piesele realizate din materiale plastice izolante, care pot prezenta fisuri sau chiar spargeri. Dacă se constată acest lucru aparatul trebuie înlocuit cu altul nou.

Verificarea căilor de curent ale aparatelor constă în controlarea stării suprafețelor, care nu trebuie să fie oxidate sau să prezinte deteriorări ale acoperirilor galvanice.

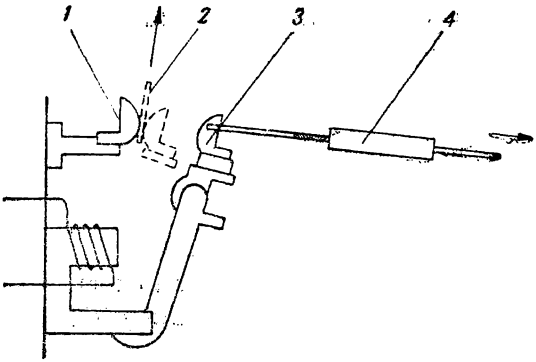


Fig. 3.148. Măsurarea presiunii de contact a aparatelor de conectare :
1 — contact fix ; *2* — foiță de hîrtie ; *3* — contact mobil ; *4* — dinamometru.

Verificarea contactelor este o operație căreia trebuie să i se dea o mare atenție controlîndu-se următoarele elemente :

— starea contactelor din punctul de vedere al oxidării, călcarea corectă a contactelor fixe și mobile între ele,

— forțele de apăsare pe contact.

În cazul în care contactele prezintă urme de oxid sau pete, curățarea se face cu o pilă sau hîrtie de smirghel. După curățare, contactele trebuie șterse cu benzină, iar aparatul se va sufla cu aer comprimat pentru a se îndepărta pilitura.

Forța de apăsare pe contact trebuie să corespundă celei indicate în instrucțiunile de exploatare ale aparatelor.

Verificarea ei se face cu ajutorul unui dinamometru (fig. 3.148). Pentru a observa exact momentul în care contactele se separă se va folosi o hîrtie subțire care se prinde între contacte și care în momentul separării poate fi trasă fără nici o rezistență dintre contacte. Dacă în instrucțiunile de exploatare, forța de apăsare în contact nu este indicată, se poate determina aproximativ în funcție de curentul nominal al aparatului folosind valorile specifice din tabelul 3.15.

Tabelul 3.15

Valorile specifice ale forței de apăsare pe contact

Tipul contactului sau aparatului	Forța specifică de apăsare, gf/A
Contacte în aer	15—20
Contacte în ulei	20—25
Întrerupătoare automate în aer	30—40
Separatoare	40—50
Întrerupătoare cu pîrghie, comutatoare cu came, etc. :	
— cu contacte de argint,	20—25
— cu contacte de cupru	30—40

Verificarea dispozitivelor de stingere a arcului constă în verificarea vizuală a integrității lui. În caz că acestea sînt crăpate, sparte sau nu sînt cele prevăzute de fabrica constructoare, se vor înlocui cu alte aparate corespunzătoare.

Verificarea releelor și declanșatoarelor care intră în componența întreruptoarelor automate este necesară pentru a vedea dacă ele sînt reglate la valorile corespunzătoare și dacă sînt în stare de funcționare, pentru a putea să-și joace rolul în cadrul aparatului din care fac parte.

Verificarea dispozitivului de acționare este deosebit de importantă deoarece de buna sa funcționare depinde tot aparatajul. În cazul electromagneților se verifică starea bobinei care nu trebuie să fie arsă, întreruptă sau pentru altă tensiune decît cea pe care o avem la dispoziție și starea circuitului magnetic, iar în cazul motoarelor de acționare se verifică funcționarea lor, se șlefuiesc periile colectoare sau colectorii acolo unde este cazul.

După ce s-au verificat aparatele și se constată că ele sînt apte pentru montare, se va ține seama de următoarele măsuri privind lucrările de montare.

— corespondența între caracteristicile nominale și cele de serviciu ale aparatelor și cele ale instalației electrice,

— corespondența între regimul de funcționare din instalație și regimul de funcționare pentru care aparatul a fost construit, regim care este indicat fie în prospecte, fie în instrucțiunile de exploatare care însoțesc aparatele,

— utilizarea unui aparat protejat corespunzător pentru modul de lucru existent în instalație.

În ceea ce privește efectuarea lucrărilor de montaj se vor avea în vedere următoarele :

— se va respecta poziția de funcționare sau de lucru a aparatului (fig. 3.149),

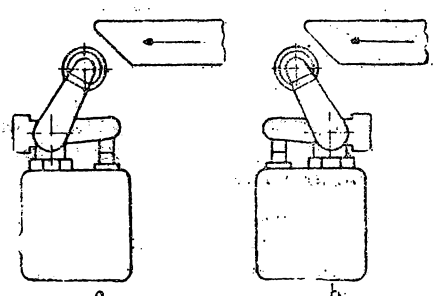


Fig. 3.149. Acționarea limitatoarelor de cursă :
a — montaj greșit ; *b* — montaj corect.

— legăturile de la borne se fac cu bare sau conductoare avînd secțiunile corespunzătoare curentului nominal al aparatului. Nu se vor folosi conductoare mai groase care nu pot fi bine fixate la borne și care pot produce deformarea căii de curent din cauza efortului mecanic ; de asemenea nu se vor folosi conductoare mai subțiri, care se pot încălzi peste limitele admise,

— se vor strînge bine toate șuruburile de borne cu șurubelnițe sau chei potrivite,

— se va face legătura la pămînt sau la masă cu conductorul prevăzut și se va strînge bine șurubul de legătură,

— se va completa aparatul cu toate piesele sau subansamblurile care s-au scos pentru a se înlesni montarea (capace, camere de stingere etc.),

— se curăță aparatul și locul de montare,

— se vor unge contactele cu vaselină neutră în cazul în care între montare și dare în exploatare este prevăzut un timp mai mare.

— se repară cu vopsea piesele sau carcasele vopsite al căror strat acoperitor s-a deteriorat prin lovituri sau zgîrieturi în timpul montării,

— se va măsura rezistența de izolație a diferitelor părți din instalație, rezistență ce nu trebuie să fie mai mică decît valorile indicate în prospecte.

Aparatele electrice verificate, utilizate pentru realizarea fizică a unor scheme, se fixează cu ajutorul șuruburilor. Pentru a putea efectua fixarea aparatelor cu șuruburi se utilizează panouri sau rame metalice din materiale plastice sau combinate, panouri sau rame ce se fixează prin sudură sau tot cu șuruburi de dulapul propriu-zis.

După terminarea fixării grupate a aparatelor, conform cu poziția indicată în schema de montaj, se trece la executarea cablajului de legătură, grupînd conductoarele în fascicole conform indicațiilor acelorași scheme de montaj.

Fascicolul de conductoare, după realizarea schemei, se introduce în canale speciale făcute pe panouri, canale ce pot fi închise cu un capac sau se înfășoară cu o bandă textilă impregnată cu lac izolant ; înfășurarea se poate face și cu fire din plastic.

În cazul dulapurilor cu aparataj în care se montează anumite elemente și pe uși, trecerea conductoarelor de la grupa ușii la grupa din dulap se face printr-o singură buclă suficient de largă pentru a permite manevrarea ușii.

Un alt mod de executare a cablajului constă în legarea pe calea cea mai directă a diferitelor elemente din dulapul de aparataj, executînd toate legăturile prin spatele panourilor sau ramelor port aparataj. De la borna de legătură a unui aparat, conductorul se scoate

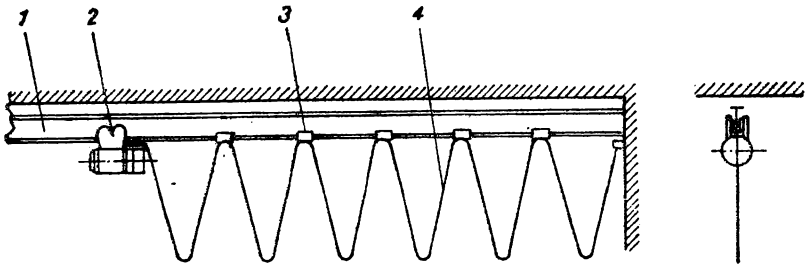


Fig. 3.150. Cablu armonică pentru palan :
1 — șină de ghidare pentru palan ; *2* — palan ; *3* — rolă de susținere ; *4* — cablu flexibil.

în spatele panoului suport și se trage în linie dreaptă direct la borna aparatului la care trebuie să fie legat conform schemei de montaj sau a schemei desfășurate. Încrucișarea multiplă de conductoare care rezultă în spatele panourilor a dat naștere denumirii de cablaj în X. Avantajul acestei metode constă în execuția rapidă și posibilitatea de a înlocui oricînd conductoarele din schemă, sau de a schimba legăturile fără a deranja restul conductoarelor.

Fascicolele de conductoare care fac legătura între părțile exterioare ale instalației electrice (motoare, limitatoare de cursă, panouri parțiale de pe mașină etc.) și dulapul principal cu aparataj trebuie introduse în tuburi de protecție, cele mai recomandate fiind țevile din oțel pentru instalații sau tuburi de protecție pentru instalații electrice. Capetele tuburilor de protecție trebuie să fie prevăzute cu etanșări contra pătrunderii lichidelor sau corpurilor străine.

În cazurile în care mișcarea relativă între anumite părți ale mașinilor impune folosirea cablurilor flexibile sau a fascicolelor de conductoare introduse în tuburi flexibile de protecție se vor elimina posibilitățile pentru frecări între cablu sau tub și corpurile subansamblelor utilajelor în timpul funcționării.

În cazul legăturilor flexibile de lungime mare (poduri la care nu este permisă montarea liniilor de contact), se iau măsuri speciale pentru evitarea acționării întîmplătoare a cablurilor sau tuburilor flexibile, o metodă fiind atîrnarea cablului de un oțel fix, întins între două puncte fixe, prin intermediul unor inele sau role.

Cablul electric va putea culisa în acest caz pe cablul fix în mod asemănător cu o perdea suspendată pe inele (fig. 3.150). La reducerea distanței dintre cele două subansamble legate prin cablul electric, acestea se va strînge sub forma mai multor bucle corespunzînd inelelor de suspendare.

În toate cazurile în care conductoarele se introduc în tuburi protectoare se interzice efectuarea de înădituri între conductoare pe porțiunile unde acestea sînt introduse în tuburi.

4. INDICAȚII PRIVIND MONTAREA ȘI MODERNIZAREA INSTALAȚIILOR ȘI MECANISMELOR DE ACȚIONARE ELECTRICĂ ALE UTILAJELOR VECHI AFLATE ÎN REPARAȚIE

Alegerea corespunzătoare a căilor de modernizare a parcului de mașini existent în întreprinderile industriale are o importanță deosebită pentru eficacitatea tehnico-economică a măsurilor luate cu ocazia executării reparațiilor. Aceasta se bazează, în general, pe rezervele ascunse pe care le au mașinile-unelte în ceea ce privește creșterea productivității lor și reducerea prețului de cost al produselor. În general, reechiparea instalațiilor de comandă ale mașinilor-unelte cu ocazia reparației are în vedere ridicarea gradului de automatizare a funcționării lor, favorizînd astfel creșterea simțitoare a productivității, îmbunătățirea condițiilor de exploatare și mărirea securității muncii la mașinile-unelte.

Printre diferitele mijloace de modernizare ale mașinilor-unelte, cele electrice ocupă un loc deosebit, datorită universalității și elasticității lor, precum și a capacității acestora de a cuprinde domenii largi de utilizare. De cele mai multe ori mijloacele de automatizare electrice pot înlocui în bune condiții pe cele mecanice sau hidraulice, iar în alte cazuri le completează pe acestea și împreună cu ele măresc calitatea și eficacitatea instalației de comandă a mașinii-unelte.

În ce privește soluționarea problemelor de modernizare a comenzilor unei mașini-unelte aflate în reparație, se pune problema unei

alegeri cît mai raționale a mijloacelor și căilor de automatizare necesare. De justețea alegerii acestor mijloace de automatizare, care constituie sistemul de comandă al mașinii-unelte, depinde precizia funcționării, productivitatea și modul economic de lucru al mașinii.

Modernizarea mașinilor-unelte trebuie să fie complexă, cuprinzînd concomitent mai multe căi care să asigure introducerea celor mai productive metode de prelucrare în sectorul respectiv de producție, de exemplu mărirea vitezei și a puterii trebuie să fie însoțită de măsuri pentru reducerea timpului auxiliar, specializarea mașinii-unelte trebuie să fie însoțită de automatizarea ei etc.

Una din formele modernizării complexe este perfecționarea constructivă a mașinii-unelte pînă la nivelul mașinilor-unelte moderne de tip analog. În practică, o asemenea modernizare urmărește automatizarea operațiilor de lucru pe mașinile-unelte prin introducerea și folosirea de mecanisme și dispozitive automate care au în vedere atît operațiile de prindere ale semifabricatelor, cît și apropierea sau retragerea lor automată de la sculă și chiar alimentarea automată a mașinii cu semifabricate.

Folosirea mecanismelor de automatizare electrice la modernizarea mașinilor-unelte prezintă avantajul că acestea permit realizarea programului de comenzi necesare prin coeficienți de amplificare foarte ridicați, utilizîndu-se elemente de comandă cu putere foarte mică, însă cu sensibilitate foarte ridicată și avînd în același timp și rapiditate în acționare.

Universalitatea mijloacelor de acționare electrică permite folosirea acelorași aparate tipizate sau standardizate, atît pentru automatizarea comenzilor prin modernizarea mașinilor-unelte aflate în reparație, cît și pentru automatizarea proceselor de fabricație din întreprinderile industriale.

Îmbunătățirea calitativă a parcului de mașini-unelte existent în exploatare trebuie să constituie o preocupare permanentă a întreprinderilor industriale ; se impune astfel o modernizare sistematică a acestuia cu ocazia efectuării reparațiilor la mașinile-unelte din dotare. Din aceste considerente este necesar să se intensifice ridicarea nivelului general din uzinele constructoare de mașini, atît prin modernizarea utilajului existent, cît și prin folosirea dispozitivelor automate la mașinile-unelte aflate în exploatare.

Pe baza celor expuse reiese evident că planurile de modernizare a mașinilor-unelte trebuiesc elaborate de către lucrătorii din sectorul tehnologului șef și cei din sectorul mecano-energetic.

Pentru elaborarea soluțiilor constructive corespunzătoare, pe lîngă cunoașterea căilor principale de modernizare, este necesară și cunoașterea metodelor de modernizare. În cele ce urmează sînt examinate metodele mai uzuale, precum și tipurile de dispozitive și mecanisme folosite pentru modernizarea și automatizarea utilajelor industriale.

4.1. MODIFICAREA SCHEMELOR ȘI SISTEMELOR DE COMANDĂ ÎN VEDEREA MODERNIZĂRII

În întreprinderile industriale pot apărea situații în care pentru diverse operații tehnologice sînt necesare utilaje strict specializate și care de cele mai multe ori nu se pot procura de la uzinele producătoare de mașini-unelte. În acest caz situația se poate ameliora prin modernizarea utilajelor clasice existente în dotarea întreprinderilor industriale.

În general, modernizarea utilajelor existente sau chiar confecționarea unora noi este indicată în cazul producției pieselor de serii mijlocii și mari. Utilajele modernizate, fiind specializate strict pentru anumite operații tehnologice ale unui anumit tip de piese, nu mai pot fi utilizate pentru alte operații, decît numai după ce se vor anula modificările aduse sau după ce se vor modifica în scopul cerut de noile operații tehnologice sau tipuri de piese.

În practică se întîlnesc foarte multe cazuri cînd randamentul mic al unor utilaje industriale clasice impune ori achiziționarea altor utilaje de același fel pentru a putea face față nevoilor crescînde ale producției, ori adaptarea și modificarea atît a părții constructive cît și a instalației electrice pentru a-i ridica performanțele.

Pentru exemplificare se va prezenta cazul modernizării unui strung normal tip S-3 (construit la Întreprinderea de Strunguri Arad, avînd distanța între vîrfuri de 750 mm), modernizare impusă de necesitatea introducerii la operațiile de prelucrare prin strunjire a căpăcelelor turnate din fontă a operațiilor suprapuse.

Pentru a stabili modificările și adaptările ce trebuie aduse strungurilor obișnuite trebuie studiat în prealabil procesul tehnologic de fabricație a căpăcelului de rulmenți, căpăcel reprezentat în fig. 4.1, *a*, împreună cu toate suprafețele ce trebuie prelucrate prin strunjire (suprafețe reprezentate în desen prin linii mai groase). Se ajunge astfel la concluzia că aceste căpăcele pot fi prelucrate pe strung din

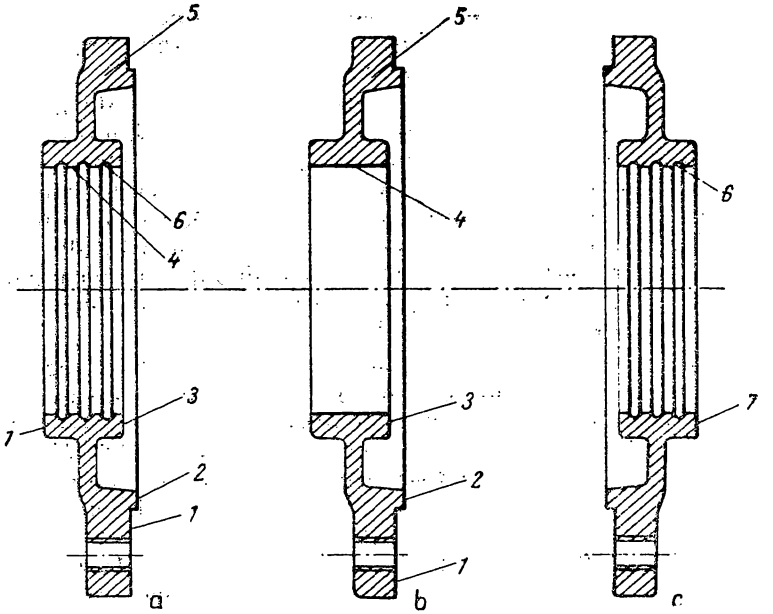


Fig. 4.1. Suprafețele prelucrate prin strunjire la căpăcelele de rulmenți.

două prinderi în universal, suprafețele prelucrate fiind cele din fig. 4.1, *b* și fig. 4.1, *c*.

Pentru prima strunjire sînt necesare cuțite pentru așchierea cu un avans transversal (prelucrarea suprafețelor *1*, *2* și eventual *3*, fig. 4.1, *b*), și alte cuțite cu avans longitudinal (pentru prelucrarea simultană a suprafețelor *4* și *5*). Pentru cea de a doua operație sînt necesare cuțite cu avans transversal (pentru prelucrarea suprafețelor *6* și *7* — fig. 4.1, *c*).

Din studierea posibilităților strungului de tip S3, se constată ușor că nu există posibilitatea prelucrărilor suprapuse atît transversal cît și longitudinal, fapt ce impune adoptarea unui cărucior suplimentar care să permită avansuri longitudinale : pentru a avea posibilitatea folosirii avansurilor separate pentru căruciorul transversal al strungului și pentru căruciorul longitudinal suplimentar este nevoie de existența unor cuplaje electromagnetice. Aceste cuplaje electromagnetice prin cuplarea și decuplarea lor dau posibilitatea cuplării sau decuplării celor două cărucioare.

De asemenea, pentru a avea posibilitatea folosirii apropierii și depărtării rapide a cuțitelor față de piesa de prelucrat, se impune adaptarea unui motor pentru avansuri rapide.

În urma acestui fapt, cuplajul rigid dintre cutia de avansuri și filete și cutia căruciorului strungului, montat pe arborele conductor al cutiei, trebuie schimbat cu un cuplaj electromagnetic care să dea posibilitatea cuplării avansului tehnologic de la cutia de avansuri sau a motorului de avansuri rapide. În continuare, deoarece strungul are doar posibilitatea deplasării manuale a cutiei căruciorului, se face o nouă adaptare care să dea posibilitatea deplasării mecanice a întregului cărucior al strungului, adaptare, care, de asemenea, va cuprinde și un cuplaj electromagnetic.

În consecință, schema cinematică veche a cutiei căruciorului (fig. 4.2) se modifică prin adaptările enumerate conform schemei cinematice prevăzute în fig. 4.3. Conform noii scheme — care față de schema veche cuprinde cuplajele electromagnetice *1AEM*; *2AEM*; *3AEM* și *4AEM*, motorul de avans rapid *MAR* (împreună cu roțile de curea pentru transmisia mișcării și roțile dințate desenate cu linii mari groase) — cărucioarele pot primi mișcarea atît de la motorul principal, prin intermediul cutiei de viteză și a cutiei de avansuri, cît și de la motorul pentru avans rapid, prin cuplarea sau decuplarea cuplajului electromagnetic *1AEM*.

De asemenea, prin cuplarea cuplajelor *2AEM*, *3AEM* și *4AEM* primesc mișcări: longitudinală — cutia căruciorului strungului; transversală — căruciorul transversal și avans longitudinal — căruciorul suplimentar.

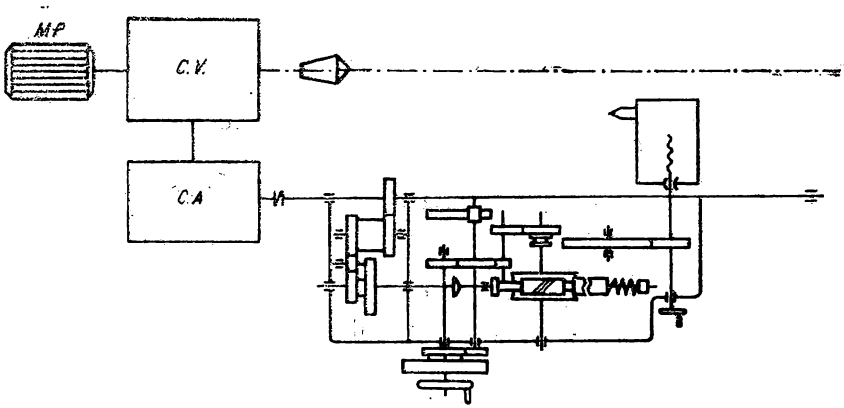


Fig. 4.2. Schema cinematică veche a strungului tip S 3.

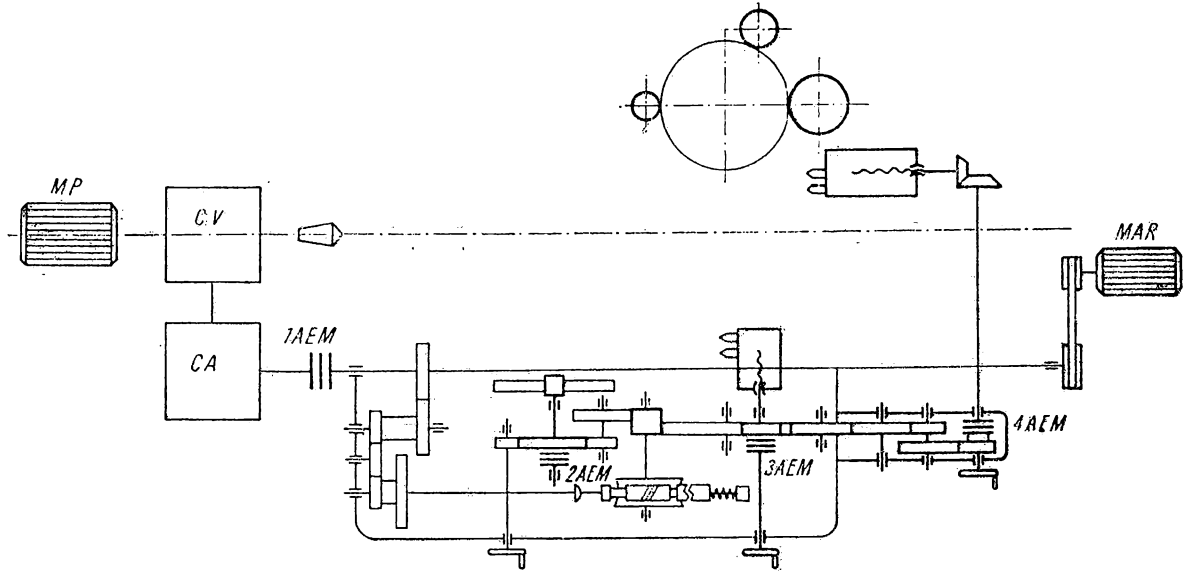


Fig. 4.3. Schema cinematică modificată a strungului modernizat tip S 3.

Schema electrică a strungului tip S3 se modifică substanțial conform schemei din fig. 4.4. — planșă. În această schemă semnificațiile notațiilor sînt următoarele : *MP* — motorul principal al strungului ; *MPA* — motorul pompei pentru apa de răcire ; *MAR* — motorul pentru avans rapid ; *1AEM* — cuplaj electromagnetic pentru avans de lucru ; *2AEM* — cuplaj electromagnetic pentru avansul longitudinal al căruciorului strungului ; *3AEM* — cuplaj electromagnetic pentru avansul căruciorului transversal ; *4AEM* — cuplaj electromagnetic pentru avansul căruciorului longitudinal suplimentar ; *Tr* — transformator cu trei înfășurări secundare necesare pentru : cuplaje electromagnetice, lampa de iluminat local și pentru comenzi ; *RD* — redresor monofazat în punte pentru redresarea tensiunii necesare cuplajelor electromagnetice ; *LI* — lampă de iluminat local pentru tensiunea de 24 V ; *1SF—9SF* — siguranțe fuzibile pentru protecția împotriva scurtcircuitelor din diverse circuite ale instalațiilor electrice : *1RT, 2RT* — relee termice pentru protecția supraîncărcării motoarelor *MP* și *MPA ; IG* — întreruptor general ; *IL* — întreruptorul lămpii de iluminat local ; *2Lo* — lampă de semnalizare, care indică prezența tensiunii în dulapul de aparate electrice, *1Lo* — lampă de semnalizare care indică prezența tensiunii în comenzi ; *CH* — cheie de contact pentru comenzi ; *1RI—6RI* — relee intermediare ; *1K—8K* — contactoare ; *BOG* — buton general de oprire ; *BPMP* și *BOMP* — butoane pentru pornirea și oprirea motorului principal : *BPMPA* și *BOMPA* — butoane pentru pornirea și oprirea motorului pompei pentru apa de răcire ; *BCP* — buton pentru comanda ciclului program ; *I* — comutator basculant cu două poziții de lucru — manual și automat ; *BIARA* — buton pentru impuls avans rapid de apropiere ; *BIARD* — buton pentru impuls avans rapid de depărtare ; *BIAT* — buton pentru impuls avans tehnologic ; *1BS* — buton selector pentru patru poziții (poziția *0*, stop ; poziția *1*, pentru cuplare cărucior longitudinal ; poziția *2*, pentru cuplare cărucior transversal ; poziția *3*, pentru cuplare cărucior longitudinal suplimentar) ; *1LC—18LC* — microlimitatoare pentru efectuarea comenzilor automate ale ciclurilor ; *P1—P6* — jackuri pentru programe de lucru diferite.

Microlimitatoarele pentru efectuarea comenzilor automate, în număr de 18, sînt montate în cutii speciale atît pe căruciorul transversal *(2LC, 7LC, 9LC, 13LC și 14 LC)*, cît și pe căruciorul longitudinal suplimentar *(1LC, 3LC, 4LC, 5LC, 6LC, 8LC, 10LC, 11LC, 12LC, 15LC, 17LC, 18LC)*, urmărind mișcarea acestora și sînt acționate de came reglabile montate pe sănii solidare cu batiul strungului. Microlimitatoarele *1LC* și *2LC* și microlimitatoarele asupra cărora acționează camele montate la extremitățile mișcărilor căruciorului transversal și căruciorului longitudinal suplimentar (came peste care nu

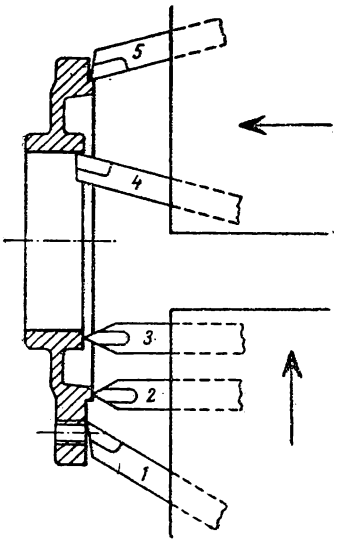


Fig. 4.5. Operația întîi de strunjire a căpăcelelor :
1, 2 și *3* — poziția cuțitelor în suportul cu mișcare transversală ; *4* și *5* — poziția cuțitelor în suportul cu mișcare longitudinală.

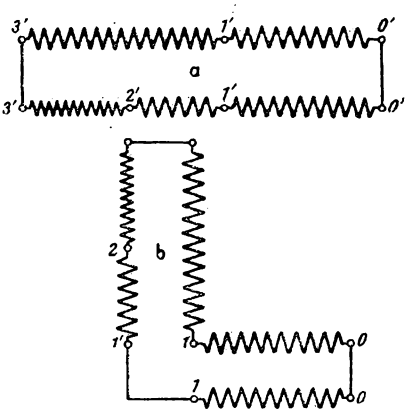


Fig. 4.6. Schema avansurilor unui ciclu automat :
a — cărucior transversal ; *b* — cărucior longitudinal suplimentar.

trebuie să treacă cărucioare, care altfel s-ar bloca) sînt microlimitatoare de siguranță. Dacă din greșeală, unul dintre cărucioarele de lucru a ajuns să acționeze asupra acestor microlimitatoare, motorul principal al strungului și motorul pentru avansuri rapide nu mai pot fi pornite decît în cazul cînd cărucioarele sînt aduse înapoi prin acționare manuală asupra manetelor respective.

Pentru prima operație de strunjire simultană a căpăcelului, în suporturile căruciorului transversal și longitudinal suplimentar trebuie montate două sau trei cuțite, respectiv două cuțite (fig. 4.5), avînd grijă ca între vîrfurile lor să fie distanțele necesare ce reies din desenul de execuție al căpăcelului. Avansurile tehnologice ale celor două cărucioare sînt următoarele (fig. 4.6) :

a) *0—1* și *0'—1'* — avansul rapid de apropiere (față de universalul strungului al căruciorului longitudinal ;

b) *1—2* și *1'—2'* — avansuri rapide de apropiere (față de căpăcelul prins în universal) ale căruciorului transversal și longitudinal suplimentar ;

c) *2—3* și *2'—3'* — avansuri tehnologice ale celor două cărucioare de lucru ;

d) *3—1* și *3'—1'* — avansuri de retragere rapidă a cărucioarelor transversal și longitudinal suplimentar ;

e) *1—0* și *1'—0'* — avansul rapid de retragere a căruciorului longitudinal al strungului.

Reglarea curselor avansurilor se face prin deplasarea camelor ce acționează asupra microlimitatoarelor, folosind lucrul manual la strung, procedîndu-se după cum urmează :

— se manevrează întreruptorul *1G* pînă semnalizează lampa de semnalizare *1Lo* ;

— se introduce cheia *CH* și se rotește pînă se aprinde lampa de semnalizare *2Lo* ;

— se manevrează întreruptorul basculant *I* pe poziția *„MANUAL"* ;

— se apasă pe butonul de comandă *BPMB* pentru pornirea motorului principal *MP* ;

— se strînge un căpăcel prelucrat în universalul strungului ;

— se comandă cuplarea axului principal al strungului în sensul de strunjire, cu ajutorul manetei corespunzătoare ;

— se fixează poziția limită din dreapta căruciorului strungului pînă se permite lucrul comod la strîngerea căpăcelului în universal și se reglează camele microlimitatoarelor *5LC, 6LC, 11LC,* în așa fel încît în aceste poziții să fie acționate ;

— se trece butonul selector pe poziția $1BS_1$, pentru alimentarea cuplajului electromagnetic *2AEM* pentru cuplarea căruciorului longitudinal al strungului și se apasă prin impulsuri pe butonul *BIARA* pentru pornirea motorului de avans rapid *MAR* (în sensul de apropiere) pînă cînd cuțitele din suportul căruciorului transversal ajung în dreptul suprafețelor pe care trebuie să le prelucreze, poziția în care camele microlimitatoarelor *12LC, 15LC, 17LC* trebuie să acționeze, avînd grijă ca prin manevrarea manuală a căruciorului transversal și căruciorului longitudinal suplimentar, să se egalizeze viitoarele curse rapide de apropiere ale căruciorului de lucru. Se trece butonul selector *1BS* pe poziția *2* pentru alimentarea cuplajului electromagnetic *3AEM* și prin introducerea jackului *P* se produce și alimentarea cuplajului electromagnetic *4AEM,* cuplaje care cuplează căruciorul transversal și longitudinal suplimentar ;

— se apasă din nou, prin impulsuri, pe butonul *BIARS* pentru comandarea cursei de apropiere rapidă a cărucioarelor, pînă cînd cuțitele cărucioarelor se apropie de intrarea în cursele de avansuri tehnologice, poziție în care microlimitatoarele *3LC, 4LC* trebuie să fie acționate de camele respective ;

— se apasă prin impulsuri pe butonul *BIAT* pentru cuplarea avansului tehnologic, pînă cînd cuțitele căruciorului transversal ies din cursa de lucru, poziție în care microlimitatoarele *13LC* și *14LC*, trebuie să fie acționate de camele lor ;

— se trece butonul selector *1BS* pe poziția *3* și se scoate jackul P_6, pentru a decupla căruciorul transversal și cuplarea numai a căruciorului longitudinal suplimentar și se apasă prin impulsuri pe butonul *BIAT* pînă cînd cuțitele căruciorului suplimentar ies din cursa de lucru, poziție în care microlimitatoarele *8LC, 16LC, 18LC* trebuie să fie acționate de camele lor ;

— se apasă pe butonul *BIARD* pentru pornirea motorului pentru avansuri rapide, în sensul de retragere pînă cînd microlimitatorul *12LC* este acționat pentru a se regla și microlimitatorul *10LC*, pe poziția acționat în sensul retragerii rapide a căruciorului ;

— se scoate jackul P_6, fapt care decuplează căruciorul transversal și căruciorul longitudinal suplimentar, dar cuplează căruciorul longitudinal ;

— se apasă pe butonul *BIARD* pînă cînd mișcarea căruciorului longitudinal încetează datorită acționării microlimitatorului *6LC* ;

— se introduce jackurile P_1 și P_5 sau P_4 și P_5 și se trece întreruptorul *I* pe poziția „*AUTOMAT*“, după care se apasă pe butonul *CP* pentru comandarea ciclului program pentru a vedea eventualele comenzi greșite. Micile ajustări ale reglării se execută cu ajutorul roților de manevră ale căruciorului longitudinal, transversal și suplimentar precum și cu ajutorul suporturilor cuțit în care se montează cuțite reglabile ;

— după reglare se rotește cheia *CH* pînă se stinge lampa $2L_0$ pentru a scoate de sub tensiune partea de comenzi, mașina fiind reglată.

În continuare, considerînd că reglajul a fost făcut corect, iar jackurile de programare sînt introduse în contactele corespunzătoare programului (în cazul analizat P_1 și P_5 sau P_4 și P_5) modul de lucru este următorul :

— se întoarce cheia de contact *CH* pînă se reaprinde lampa de semnalizare $2L_0$;

— se controlează întreruptorul *I*, care trebuie să fie pe poziția „*AUTOMAT*“ ;

— se apasă pe butonul *BPMP* pentru pornirea motorului principal al strungului ;

— se pregătește strungul din punct de vedere al vitezei și avansului tehnologic ca și atunci cînd s-ar lucra manual, cu avans transversal automat ;

— se apasă pe butonul *BPMPA* pentru pornirea motorului pompei pentru apa de răcire ;

— se strînge căpăcelul în universal, în poziția de prelucrare pentru operația *I* ;

— se comandă cuplarea axului principal al strungului în sensul de strunjire cu ajutorul manetei de pe căruciorul longitudinal ;

— se apasă pe butonul *BPC* pentru începerea ciclului automat de prelucrare.

Din acest moment prelucrarea căpăcelului se face automat, prin acționarea diverselor elemente ale instalației electrice.

Prin apăsarea butonului de pornire a ciclului automat *BCP*, pornește motorul pentru avansuri rapide în sensul apropierii căruciorului strungului spre universal. Căruciorul fiind la capăt de cursă, microlimitatorul *11LC* este acționat și comandă alimentarea cuplajului electromagnetic *2AEM*, care cuplează căruciorul longitudinal al strungului la avansul rapid, în sensul apropierii față de universal. Căruciorul longitudinal împreună cu căruciorul transversal și căruciorul longitudinal suplimentar se apropie de universal pînă cînd cuțitele montate pe căruciorul transversal ajung în dreptul suprafețelor căpăcelului ce trebuie prelucrate, moment în care se acționează asupra microlimitatoarelor *12LC*, *15LC* și *17LC* montate pe căruciorul suplimentar. Aceste microlimitatoare comandă întreruperea alimentării cuplajului electromagnetic *2AEM* și alimentarea cuplajelor electromagnetice *3AEM* și *4AEM*, fapt ce duce la cuplarea căruciorului longitudinal și respectiv cuplarea căruciorului transversal și căruciorului longitudinal suplimentar pentru apropierea rapidă a cuțitelor de suprafețele de prelucrat ale căpăcelului. Cînd cuțitele au ajuns foarte aproape de aceste suprafețe, este acționat microlimitatorul *3LC* care comandă oprirea avansului rapid prin oprirea motorului pentru avansuri rapide *MAR* și alimentarea cuplajului electromagnetic *1AEM*, care cuplează cărucioarele de lucru la avansul tehnologic reglat al strungului, care au drept consecință strunjirea suprafețelor căpăcelului prins în universal.

În continuare, deoarece ciclul de lucru a presupus că primul cărucior care termină cursa avansului de lucru este cel transversal, în momentul cînd acesta și-a terminat cursa tehnologică sînt acționate microlimitatoarele *14LC* și *13LC*, montate pe acest cărucior și se comandă oprirea căruciorului transversal și respectiv se pregătește același cărucior pentru cursa de înapoiere rapidă. După oprirea căruciorului transversal, căruciorul longitudinal suplimentar își continuă cursa tehnologică pînă la terminarea strunjirii suprafețelor corespunzătoare, moment în care sînt acționate microlimitatoarele *16LC*, *18LC* și *8LC* montate pe acest cărucior, microlimitatoare ce comandă oprirea avansului tehnologic prin oprirea alimentării cuplajului electromagnetic *1AEM*, pregătirea căruciorului longitudinal

pentru cursa de retragere rapidă și pornirea motorului de avans rapid *MAR* în sensul retragerii rapide a cărucioarelor de lucru.

Cărucioarele transversal și longitudinal suplimentare se retrag pînă cînd este acționat microlimitatorul *10LC*, montat pe căruciorul suplimentar, microlimitatorul ce comandă pornirea avansului de retragere rapidă a căruciorului longitudinal al strungului și oprirea cuplării cărucioarelor de lucru prin alimentarea cuplajului electromagnetic *2AEM* și oprirea alimentării cuplajelor electromagnetice *3AEM* și respectiv *4AEM*. Căruciorul longitudinal al strungului se retrage rapid pînă cînd sînt acționate microlimitatoarele *5LC* și *11LC*, ce comandă oprirea motorului de avans rapid *MAR* și respectiv pregătește avansul rapid al căruciorului longitudinal al strungului pentru un nou ciclu. Operația de strunjire fiind terminată, se trage maneta pentru oprirea mișcării axului principal al strungului și după oprirea din mișcarea de rotație a universalului se scoate căpăcelul prelucrat dintre bacurile universului.

Pentru strunjirea altui căpăcel, acesta se strînge în universal, se manevrează maneta de pornire a mișcării axului principal al strungului, se apasă pe butonul *BCP* de pornire a comenzii program, succesiunea operațiilor fiind aceeași ca și la celălalt căpăcel.

Pentru cazul în care primul cărucior, care termină cursa avansului tehnologic este căruciorul suplimentar, programarea ciclului se face prin introducerea jackurilor în contactele P_3 și P_5 sau P_1 și P_5. Pentru acest program de lucru, cînd căruciorul longitudinal își termină cursa de avans tehnologic este oprit și pregătit pentru retragere din avans rapid prin acționarea microlimitatoarelor *16LC* și *18LC*, iar căruciorul transversal își continuă cursa tehnologică pînă la acționarea microlimitatoarelor *14LC* și *13LC* pentru retragere rapidă, iar prin intermediul jackului P_3 sau P_1 oprirea avansului tehnologic și pornirea motorului pentru avansuri rapide în sensul retragerii.

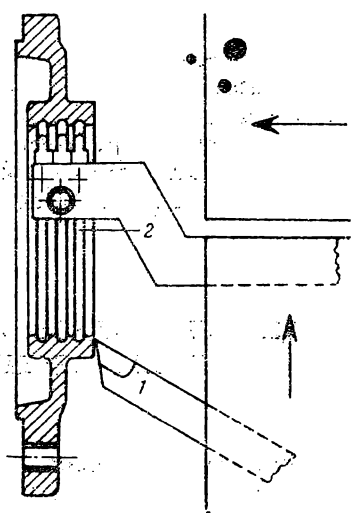


Fig. 4.7. Operația a doua de strunjire a căpăcelului:
1 — poziția cuțitului în suportul cu mișcare transversală; 2 — poziția cuțitului multiplu în suportul cu mișcare transversală.

Pentru cea de a doua operație de strunjire a căpăcelului (fig. 4.7) cuți-

tele din suportul căruciorului transversal se schimbă cu cele corespunzătoare, acestei operații, suportul căruciorului longitudinal din care s-au scos cuțitele de la prima operație, nu se mai pun altele. Pentru programare jackurile se introduc în contactele P_1 și P_5 sau P_3 și P_5 și se face reglarea corespunzătoare. Modul de lucru este același ca la prima operație numai că acum comanda opririi avansului tehnologic și comanda retragerii rapide sînt făcute de către microlimitatoarele *16LC, 18LC, 7LC* și *9LC,* în cazul folosirii jackurilor P_1 și P_5, sau de *16LC* și *18LC* în cazul folosirii jackurilor P_3 și P_5.

La aceste operații, dacă la operația de prindere și scoatere a căpăcelului din bacurile universului nu este nevoie de deplasarea căruciorului longitudinal al strungului, la programare nu se introduce jackul în contactul P_5, situație cînd microlimitatoarele *5LC* și *6LC* se aduc în situația de a fi acționate în același moment cu microlimitatoarele *10LC* și *12LC.*

În cazul existenței altor tipuri de piese, în afară de căpăcele, la executarea cărora este nevoie numai de căruciorul longitudinal suplimentar, programarea este identică cu programarea de la prima operație, adică P_1 și P_5, P_4 și P_5 sau numai P_1, respectiv numai P_4, după caz.

După cum se poate ușor constata, strungul de tip S3 modernizat pentru operații de strunjire suprapuse poate fi folosit și pentru strunjirea altor tipuri de piese, în afara căpăcelelor pentru rulmenți, deoarece posibilitățile de programare și reglare sînt multiple ; în plus, productivitatea este mult mărită față de strungul nemodernizat, iar calitatea pieselor obținute este superioară, îndemînarea strungarului neavînd un rol determinant.

4.2. PRINCIPALELE MĂSURI DE AMPLASARE A ECHIPAMENTULUI ELECTRIC

Principalele probleme care trebuie să le rezolve amplasarea echipamentului electric al utilajelor constă în mărirea productivității, ușurarea deservirii mașinilor, simplificarea formei constructive și mărirea preciziei de prelucrare.

În practică, la amplasarea mijloacelor electrice ale mașinilor-unelte trebuie să se aibă în vedere schema electrică de principiu și tipul mecanismelor utilizate. Din aceste considerente, toate proble-

mele legate de alegerea formei și a gradului de acționare electrică a utilajului depind de natura constructivă și indicii de productivitate ai noului utilaj modernizat.

În primul rînd, ținîndu-se seama de dimensiunile, forțele și vitezele necesare ale diferitelor elemente ale mașinii, precum și în legătură cu gradul de universalitate sau de specializare al acesteia, se stabilesc tipurile de mecanisme și aparate necesare sistemului de acționare și comandă în așa fel ca prin amplasarea și utilizarea lor să ducă pe cît posibil la simplificarea simțitoare a schemei cinematice a mașinii, deci și a construcției acesteia.

În practică schema electrică trebuie să tindă către utilizarea unui număr cît mai redus de mecanisme și contacte întrucît acestea permit reducerea costului instalației electrice și mărește siguranța funcționării. În același timp trebuie să se urmărească ca în timpul funcționării să nu apară scurtcircuite care pot duce la o declanșare nedorită a diferitelor mecanisme sau aparate. De asemenea, trebuie să se caute ca în circuitele de comandă, diferitele contacte ale aceluiași aparat să fie legate la același pol al rețelei. Dacă aceste contacte ar fi legate la poli diferiți ar spori eventualitatea unui scurtcircuit între elementele apropiate. Totodată trebuie să se țină seama că montajul este cu atît mai simplu, cu cît este mai mare numărul elementelor aceluiași aparat legate între ele. Pentru mărirea siguranței funcționării, în schemă trebuie să se prevadă blocări care să împiedice deranjamentele în cazul cînd butoanele de comandă ar fi apăsate greșit. De obicei, în practică schema este astfel alcătuită încît la apăsarea greșită a butoanelor comanda nu se execută.

O deosebită atenție trebuie acordată verificării schemei în ceea ce privește prevenirea deranjamentelor din cauza arderii siguranțelor, sudării contactelor vreunui aparat, sau întreruperea circuitelor bobinelor, deoarece aceste deranjamente au ca efect imediat arderea motoarelor electrice de acționare a mașinilor-unelte.

Circuitul de alimentare al mașinilor-unelte trebuie conectat la rețea printr-un întrerupător de intrare cu cuțit, al unui comutator pachet sau al unui automat.

Cînd comanda se face prin contactoare se impune ca mașina-unealtă să fie protejată împotriva suprasarcinilor.

Cînd comanda se face manual și cînd asigurarea protecției la tensiune nulă este necesară, se întrebuințează un contactor general care deconectează întreaga instalație atunci cînd tensiunea scade sub limitele admise.

În cazul mașinilor-unelte cu scheme complexe se prevăd aparate de protecție atît în circuitul principal cît și în circuitul de comandă.

Conectarea directă a circuitelor de comandă la rețea se face numai la schemele de comandă simple (cum este cazul strungurilor universale, unele mașini de frezat, polizoare, fierăstraie pentru tăiat metale etc.). În cazul mașinilor-unelte care au scheme complexe de comandă prevăzute cu un număr mare de aparate electrice, pentru o mai mare siguranță, circuitele de comandă se conectează la rețea prin intermediul unui transformator, care reduce tensiunea rețelei pînă la 24 V.

Pentru o identificare ușoară a circuitelor toate bornele contactelor și a bobinelor aparatelor din schemă trebuie să fie numerotate. Toate bornele conductoarelor legate electric între ele se numerotează cu aceeași cifră. Conductoarele de la rețeaua de curent trifazat se notează cu simbolurile R, S, T. La trecerea acestor circuite prin contactele aparatelor prevăzute în circuitul curentului de lucru se notează cu simbolurile R_1, S_1, T_1 după primul aparat și cu R_2, S_2, T_2 după al doilea aparat etc.

Bornele conductoarelor circuitelor de comandă se notează de obicei cu numere. După stabilirea și definitivarea schemei electrice de principiu, se impune să se facă amplasarea mijloacelor electrice pe mașina-unealtă. Modul cel mai simplu de repartizare a echipamentului electric este instalarea lui pe suprafețele exterioare ale mașinilor-unelte, în învelișurile de protecție cu care este furnizat de către întreprinderile constructoare.

Instalarea echipamentului se face ținîndu-se seama să nu se mărească prea mult dimensiunile exterioare ale mașinilor-unelte. Aparatajul se fixează pe peretele mașinii prin intermediul unor garnituri de cauciuc de grosime corespunzătoare.

Mecanismele electromagnetice de pornire se fixează pe peretele lateral sau posterior al mașinii-unelte și pe cît posibil mai aproape de motorul electric de acționare, datorită căruia fapt se realizează reducerea lungimii instalației. Aceste aparate trebuie așezate în poziție perfect verticală, iar abaterile de la verticalitate să fie minime.

Cutia butoanelor de comandă se montează în punctul cel mai convenabil pentru lucrătorul de la mașină și la o înălțime corespunzătoare.

Montarea aparatajului și mecanismelor de comandă în caseta lor proprie dăunează aspectului exterior al mașinii-unelte și nu asigură o protecție suficientă a aparatelor și a instalației contra avariilor mecanice, din care cauză acest sistem de montaj la mașinile moderne nu mai este posibil, iar la mașinile-unelte de tip mai vechi, aflate în exploatare, se recomandă să fie modificat cu ocazia efectuării reparațiilor sau a modernizării.

Modul cel mai bun de amplasare a mecanismelor și aparatajului electric constă în așezarea lui în golurile sau în nișele interioare ale batiului mașinilor-unelte. În acest caz, aparatajul și mecanismele electrice sînt așezate atît pe carcasele cutiei (nișei) cît și pe capacele ei. De obicei, pe capace se recomandă montarea mecanismelor de siguranță și comutatorul pachet de intrare.

Mecanismele și aparatele electrice se montează în golurile batiului, în nișe, fără învelișuri de protecție, pe plăcile lor izolatoare, după care se introduc în locașul lor.

Aparatajul electric montat în nișă trebuie să fie protejat împotriva pătrunderii stropilor de ulei, a lichidelor de răcire, sau a pulberilor și așchiilor metalice. Pentru aceasta ușile sau capacele trebuie să fie bine etanșate. Orificiile pentru ventilație se utilizează în cazurile cînd nișa este mică în raport cu numărul de aparate care se montează în interiorul ei.

În unele cazuri este necesar ca amplasarea mecanismelor și aparatelor să fie făcută în mai multe nișe. În cazul cînd schema electrică este complexă și numărul mecanismelor și aparatelor este mare, se amplasează în tablouri de comandă sau de distribuție care se montează alături de mașina-unealtă sau chiar pe mașină. Tablourile de comandă nu trebuie să fie montate la distanță mare de mașina-unealtă, deoarece aceasta sporește prețul instalației și favorizează căderea de tensiune în conductoarele electrice. Tablourile electrice sînt standardizate.

În cazul cînd întregul echipament electric nu poate fi amplasat într-un tablou se pot folosi mai multe tablouri de comandă. Legăturile mecanismelor și aparatelor din tablouri și nișe se execută, de obicei, cu conductoare monofilare rigide cu izolație de vinilin care au o rigiditate suficientă.

Racordarea conductelor în tabloul de distribuție se face cu ajutorul tuburilor îngropate în pardoseală, sau de la rețeaua de cabluri a atelierului. În cazul cînd aparatajul se montează în nișe sau cutii de distribuție, în intervalele dintre diferitele aparate se montează conductoare rigide care au rolul de a asigura legarea diferitelor aparate între ele.

Pentru a preveni atingerile accidentale de părțile echipamentului electric aflate sub tensiune, toate cutiile de distribuție, nișele și tablourile de comandă trebuie încuiate. Pe lîngă aceasta, adesea se întrebuințează blocaje mecanice, care nu permit deschiderea ușilor acestora decît în cazul cînd întreruptorul de intrare este deconectat și prin urmare întregul echipament electric al mașinii-unelte este scos de sub tensiune.

Pentru protecția conductoarelor electrice contra deteriorărilor mecanice, a acțiunii dăunătoare a uleiului, lichidelor de răcire, pulberilor și așchiilor metalice, conductoarele echipamentului electric al mașinilor-unelte se montează în țevi metalice. Înainte de introducerea conductoarelor în țeavă aceasta se curăță de bavuri și țunder, după care se vopsește la interior. Tragerea conductoarelor în interiorul țevilor se face cu ajutorul unei sîrme de care se leagă fasciculul de conductoare presărat în prealabil cu talc. Este interzis ca în interiorul țevilor să se facă legături electrice între conductoare. Pentru tragerea cu ușurință a conductoarelor în tuburi se recomandă ca îndoirea acestora să fie făcută uniform și fără cute la curbe. Conductoarele introduse în tuburi sînt în special, cabluri flexibile cu izolație de vinilin, rezistentă la uleiuri sau la acțiunea lichidelor de răcire. Legarea țevilor între ele se face cu ajutorul unor piese etanșe de tipul fitingurilor (cruci, teuri, coturi, mufe etc.).

În locurile în care este necesară executarea mai multor îndoituri, conductoarele sînt introduse în tuburi flexibile, metalice sau din țesături cauciucate, pe care se îmbracă o cămașă de protecție din sîrmă. În cazul mașinilor-unelte se folosesc de cele mai multe ori tuburi metalice flexibile cu diametrul interior cuprinse între 15 și 50 mm.

În ce privește folosirea tuburilor flexibile, trebuie ținut seama de faptul că acestea nu asigură o etanșeitate perfectă ca în cazul țevilor metalice, din care cauză au o utilizare foarte restrînsă la instalațiile electrice ale mașinilor-unelte.

În cazul cînd mecanisme ale echipamentului electric, cum sînt motoare electrice, ambreiaje și frîne electromagnetice, limitatoare de cursă, butoane de comandă etc. se montează pe părțile mobile ale mașinilor-unelte, alimentarea lor cu curent se realizează prin intermediul unor cabluri flexibile cu izolație de cauciuc sau de vinilin introduse într-un tub de cauciuc prevăzut cu cămașă de pînză cauciucată. Îmbinarea acestor tipuri de tuburi este reprezentată în fig. 4.8 și este compusă din : cotul *1* la care se fixează tubul flexibil *2*, cu ajutorul brățării *3*. Pentru a evita deformarea sau strivirea, în interiorul tubului, la unul din capete se introduce o bucșă *4*, care are și rolul de a asigura tragerea cu ușurință a conductorului electric în tub. Cotul *1* este prevăzut la capătul de fixare cu bucșa izolantă *5* și este fixat în organul mobil al mașinii-unelte 6 prin filet. Îmbinarea filetată, fiind suficient de liberă, permite tubului flexibil să urmărească organul mobil al mașinii în timpul deplasării.

În cazul unei curse foarte mari ale organelor mobile ale mașinilor-unelte, alimentarea mecanismelor și a motoarelor electrice montate pe acestea se realizează cu ajutorul cablurilor flexibile înfă-

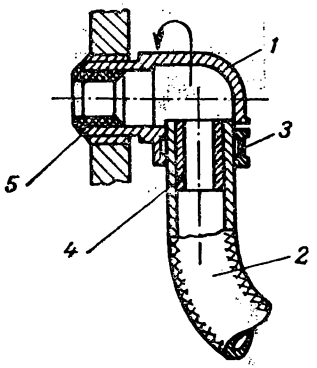


Fig. 4.8. Îmbinarea tuburilor flexibile.

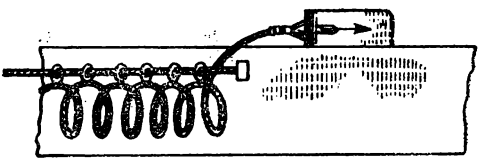


Fig. 4.9. Sistem de alimentare prin cablu flexibil.

şurate în bucle şi suspendate pe inele de sîrmă, agăţate pe un cablu de oţel întins între două console paralel cu batiul maşinii-unelte (fig. 4.9).

În cazul cînd într-o singură ţeavă sau într-un singur tub flexibil se introduce un număr mare de conductoare, în acelaşi tub trebuie să se introducă conductoare de rezervă. La fiecare 7—10 conductoare (în funcţie de gradul de umplere al tubului), se ia de obicei un conductor de rezervă. În cazul cînd conductoarele care ies din ţeavă sau din tub se ramifică, ele trebuie prevăzute cu etichete pe care se indică numărul lor, conform schemei.

Pentru a deosebi mai bine diferite circuite ale schemei electrice, în practică, se folosesc conductoare cu izolaţie din vinilin de diferite culori.

La montarea echipamentului electric al maşinilor-unelte se folosesc mult reglete cu cleme de şir, care sînt nişte rigle de masă plastică, prevăzute cu lamele la care se leagă capetele conductoarelor. Prin intermediul acestor reglete conductoarele exterioare se leagă la conductoarele din tabloul de comandă al maşinii sau la conductoarele din maşina-unealtă însăşi.

Pe lîngă amplasarea mecanismelor şi a aparatajului de comandă, la maşinile-unelte trebuie acordată, de asemenea, atenţie montării aparatelor pentru iluminatul local astfel, încît să fie iluminată suficient şi uniform suprafaţa piesei de prelucrat în timpul lucrului şi să se poată citi corect diviziunile de la mecanismele maşinilor-unelte sau instrumentelor de măsurat. Pentru aprecierea perfectă a calităţii suprafeţei prelucrate cît şi depistarea eventualelor defecte (fisuri,

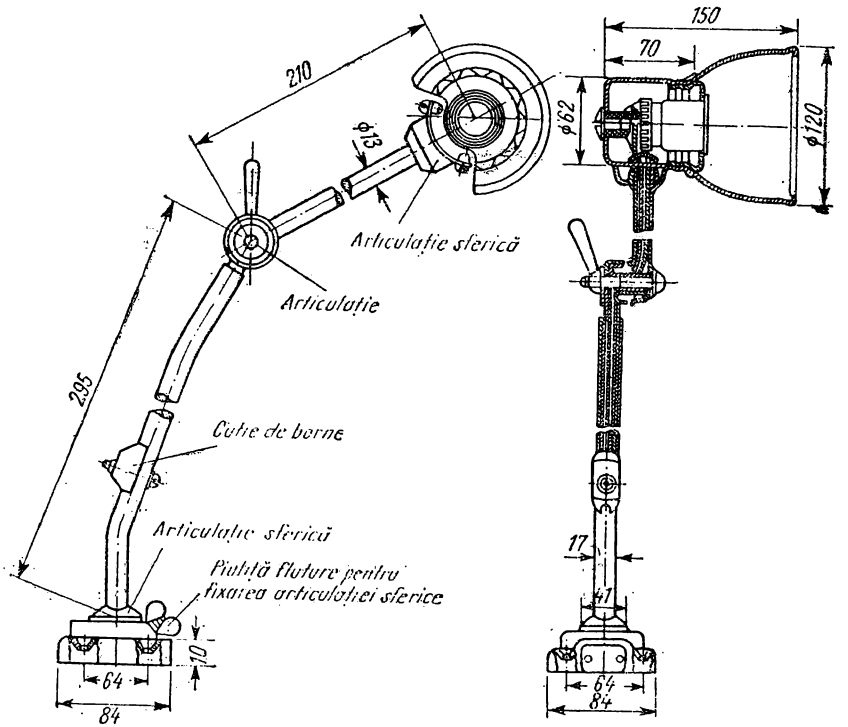


Fig. 4.10. Consolă cu corp de iluminat.

ciupituri etc.), iluminatul local trebuie să fie astfel ales încît razele de lumină care vin de la becul de iluminat să nu pătrundă în ochii muncitorului de la mașină și să asigure în același timp o iluminare de 100—300 lx. Pentru ca fluxul de lumină să poată fi dirijat pe suprafețele de prelucrat, în toate cazurile de prelucrare a pieselor, corpul de iluminat se fixează în suporturi speciale, care permit întoarcerea lui în orice direcție necesară (fig. 4.10).

Conform normelor de tehnica securității pentru iluminatul local al mașinilor-unelte, se întrebuințează tensiuni scăzute de: 12, 24, 36 V.

În acest scop se montează pe mașina unealtă un transformator coborîtor de tensiune. Tensiunea fiind joasă, unul din polii înfășurării secundare a acestui transformator se leagă la batiul mașinii-unelte închizîndu-se astfel circuitul curentului de joasă tensiune. În practică, transformatorul corpului de iluminat local se conectează atît

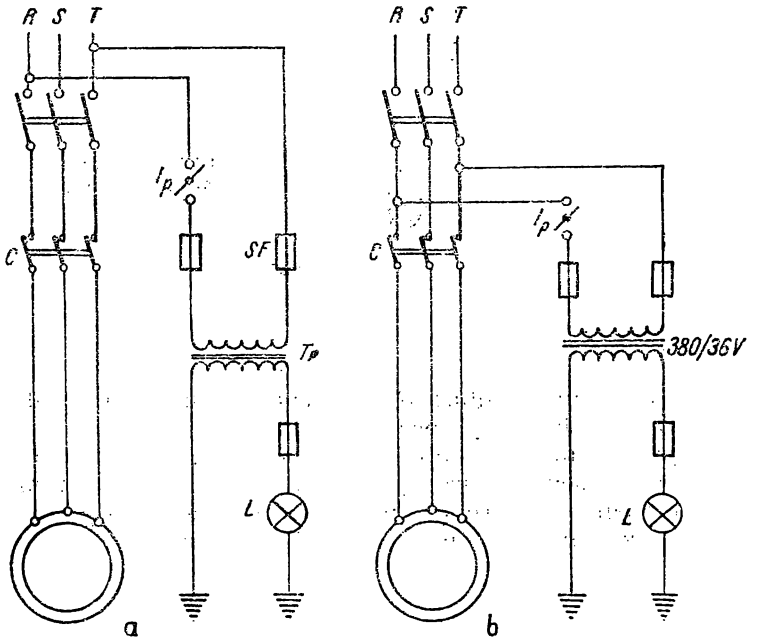


Fig. 4.11. Schemă electrică de iluminat local.

după întreruptorul de intrare (fig. 4.11, *a*) cît și înaintea acestuia (fig. 4.11, *b*). Astfel, la repararea echipamentului electric al mașinilor-unelte se poate utiliza o lampă transportabilă de tensiune scăzută.

În această situație, dacă întreruptorul de la intrare este închis, înfășurarea primară a transformatorului pentru iluminatul local se află sub tensiune, datorită cărui fapt siguranța contra eventualelor accidente în timpul reparațiilor scade.

Afară de lămpile pentru iluminat local, la rețeaua de joasă tensiune pot fi conectate, de asemenea, și lămpi de semnalizare (fig. 4.12), care în acest caz au dimensiuni mult mai mici decît în cazul tensiunilor ridicate.

În timpul lucrului lampa de semnalizare poate să nu fie aprinsă din cauza circuitului întrerupt sau a arderii becului. Prevenirea acestor inconveniente se realizează în condițiile conectării lămpilor de semnalizare în serie cu o rezistență suplimentară (fig. 4.12, *b*). Astfel, lampa de semnalizare *LS* este permanent conectată în serie cu rezistența suplimentară *Rs* și luminează slab. În cazul închiderii contac-

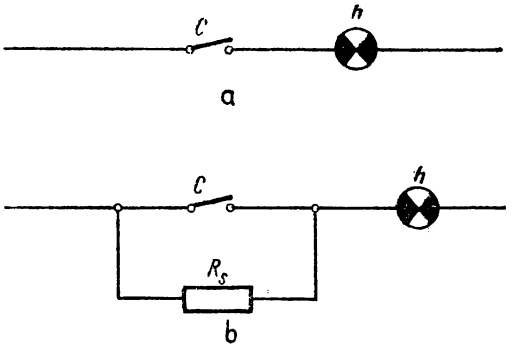


Fig. 4.12. Schemele de legături ale lămpilor de semnalizare.

tului *C* rezistența suplimentară *Rs* este scurtcircuitată și astfel lampa de semnalizare luminează puternic.

Unele tipuri de mașini-unelte sînt prevăzute pe lîngă semnalizare optică (lămpi de semnalizare) și cu semnalizare acustică (diferite tipuri de claxoane sau sirene) amplasate în mod corespunzător pe tablourile de comandă și semnalizare ale mașinilor-unelte.

4.3. TIPURI DE MECANISME ȘI DISPOZITIVE ACȚIONATE ELECTRIC FOLOSITE LA MECANIZAREA ȘI AUTOMATIZAREA UTILAJELOR

Dezvoltarea și perfecționarea diferitelor tipuri de acționări electrice, hidraulice și pneumatice, precum și a metodelor și mijloacelor de comandă ale acestor acționări au creat condiții favorabile pentru folosirea lor pe scară largă în scopul mecanizării și automatizării operațiilor și proceselor tehnologice. Locul mecanismelor voluminoase complicate, cu numeroase și variate elemente intermediare ale legăturilor cinematice, a fost luat de mecanismele și dispozitivele de acționare electrice individuale sau de dispozitive de acționare hidraulice și pneumatice caracterizate prin gabarite mici și cu posibilități de comandă de la distanță.

În ce privește folosirea acționărilor electrice cu comandă de la distanță, pe lîngă simplificarea constructivă a mecanismelor de lucru însăși a mașinii-unelte, a dispozitivelor și a mecanismelor de acțio-

nare, a permis ca sistemele automate să devină universale. A devenit astfel posibilă mecanizarea și automatizarea proceselor tehnologice, nu numai în condițiile producției de masă, ci și în condițiile producției de serie mică sau unitare cu schimbarea periodică a obiectului de fabricație și cu restructurarea ciclului de lucru.

Pentru mecanizarea și automatizarea operațiilor pe mașinile-unelte, o răspîndire deosebit de largă au căpătat-o mecanismele electrice, electrohidraulice și electropneumatice care, avînd o funcționare foarte sigură și fiind relativ simple, dau rezultate foarte bune la modernizarea mașinilor-unelte universale aflate în exploatare.

Mecanismele mașinilor-unelte și liniile automate moderne sînt prevăzute în principal cu întreruptoare electrice obișnuite, limitatoare de cursă, relee, traductoare, demaroare magnetice etc.

În figura 4.13, este reprezentată schema unui demaror magnetic cu butoane pentru pornire și cu contacte de blocare. Armătura *1* a contactorului este solidară cu cele trei contacte *2* normal deschise ale rețelei trifazate pentru curentul principal și cu contactele *3* de blocare ale circuitului de comandă a bobinei *4* a electromagnetului. Circuitul de comandă pornește de la rețea prin contactele normal închise ale butonului de *„oprire"* la contactul de blocare *3*, și prin acesta la bobina *4*. În paralel cu contactul de blocare *3* sînt legate contactele normal deschise ale butonului *„pornire"*. La apăsarea butonului *„pornire"* se stabilește circuitul de comandă și intră în funcțiune electromagnetul *4* care închide contactele *2* din circuitul principal și contactul *3* din circuitul de comandă. Contactul de blocare *3*, după

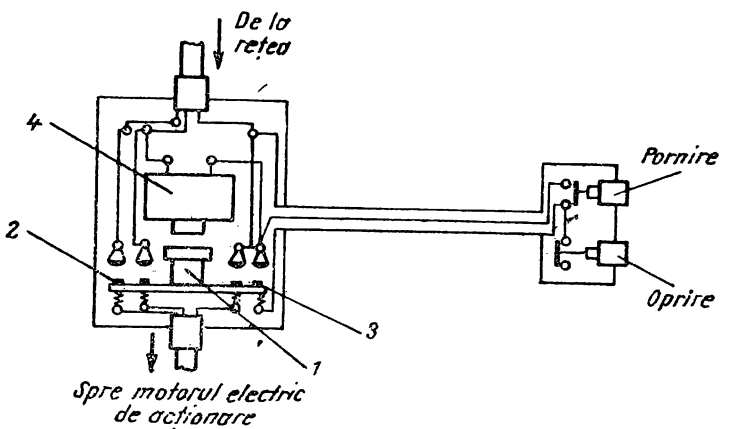


Fig. 4.13. Schema unui demaror magnetic prevăzut cu butoane de pornire și contacte de blocare.

autorevenirea butonului *„pornire"* și întreruperea contactelor pe buton, asigură alimentarea în continuare a bobinei electromagnetului *4*. Deconectarea contactului se produce prin apăsarea butonului *„oprire"* care întrerupe circuitul de comandă ce trece prin contactul de blocare *3* închis.

Cu ocazia automatizării ciclului de lucru al operațiilor tehnologice ale mașinilor-unelte este uneori nevoie să se asigure o întîrziere a intrării în acțiune a diferitelor mecanisme de lucru față de alte mecanisme, sau să se asigure cuplarea sau decuplarea automată a unui mecanism în funcție de durata deplasării procesului de lucru al mașinii-unelte. În asemenea cazuri se folosesc relee de timp. Releele de timp folosite în procesele de mecanizări și automatizări ale mașinilor sînt de obicei combinații ale unui releu cu contacte cu un mecanism sau dispozitiv reglabil adaptat la mașină care asigură temporizarea reglată a intrării în funcțiune a contactelor. Pentru aceasta se folosesc scheme electrice cu electromagneți, la care coborîrea armăturii în momentul deconectării bobinei este încetinită cu ajutorul unor rezistențe de șuntare, sau atragerea armăturii în momentul conectării bobinei este întîrziată prin intensificarea curenților turbionari.

Reglarea temporizării acestor relee se face în limitele a 0,01—0,03 s. Temporizări mai mari se realizează cu relee de timp electrohidraulice sau electropneumatice.

În figura 4.14 este reprezentată schema unui releu de timp reglabil de tip electrohidraulic. Cele două camere ale cilindrului *1* sînt

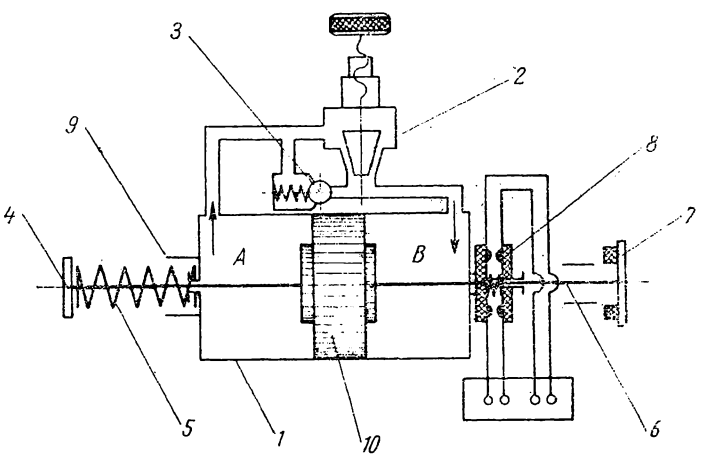


Fig. 4.14. Schema unui releu de timp reglabil de tip electrohidraulic.

umplute cu ulei şi comunică între ele prin droselul cu arc *2* şi supapa de reţinere *3* ; capătul *4* al tijei se află sub acţiunea arcului de compresiune *5*, iar capătul *6* pe care se află butonul *7* este liber. Pe capătul din dreapta al cilindrului *1* este montat un întreruptor electric *8* cu contacte normal deschise (sau închise). În momentul în care se apasă pe capătul *4* din stînga al tijei, arcul *5* se comprimă, iar pistonul *10*, executînd o presiune asupra uleiului din camera *B*, îl sileşte să curgă liber prin supapa de reţinere *3*, deschisă sub acţiunea presiunii uleiului în camera *A*. În acelaşi timp contactele întreruptorului *8* se închid (sau se deschid), cînd capătul din stînga al tijei ajunge pînă la opritorul *9* releul este armat şi gata să intre în funcţiune. Releul îşi poate începe cursa de lucru odată cu eliberarea tijei sau poate rămîne armat cu ajutorul unui mecanism cu clichet pînă la decuplarea acestuia. La eliberarea tijei, aceasta sub acţiunea arcului *5* se deplasează spre stînga împreună cu pistonul care împinge uleiul din camera *A* în camera *B* prin fanta droselului (supapa *3* se închide sub acţiunea presiunii uleiului) închizînd la capătul cursei contactele întreruptorului *8*. Durata cursei de lucru a tijei depinde de secţiunea de trecere a droselului, astfel că prin reglarea acesteia se realizează şi reglarea releului pentru diferite temporizări în funcţie de operaţia de lucru executată pe maşina-unealtă (de la cîteva secunde pînă la cîteva minute).

După cum s-a menţionat, pentru automatizarea operaţiilor pe maşini-unelte, se folosesc într-o măsură foarte mare dispozitive de acţionare electrohidraulice sau electropneumatice.

În ce priveşte dispozitivele electrohidraulice folosite în sistemele de comandă automată pentru modernizarea utilajului se deosebesc în principal : dispozitive de distribuţie şi dispozitive de control şi reglare. Din prima grupă fac parte sertărăşele de distribuţie, robinetele etc. ; din a doua grupă fac parte supapele de siguranţă, supapele de reducere a presiunii, regulatoare de viteză etc. În figura 4.15

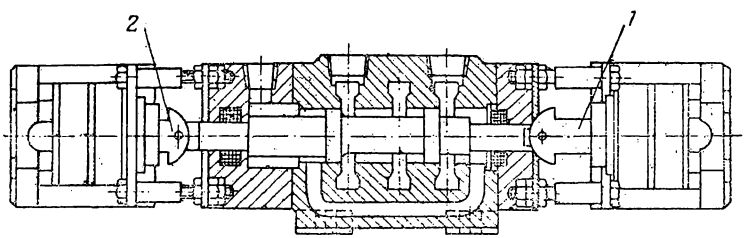


Fig. 4.15. Schema constructivă a mecanismului de distribuţie comandat de la distanţă.

este reprezentată schema constructivă a unui dispozitiv de distribuție cu sertăraș comandat de la distanță cu ajutorul a doi electromagneți *1* și *2* care intră în funcțiune în momentul închiderii unor limitatoare de cursă.

Sertărașele de acest tip sînt folosite, în general, numai pentru comutare și distribuție, adică pentru schimbarea finală a sensului de circulație a lichidului care alimentează circuitul hidraulic al dispozitivului, ele nu sînt capabile să asigure o reglare continuă a vitezei și debitului de lichid care se scurge prin ele.

Asigurarea distanței și a reglajului se obține cu ajutorul dispozitivelor cu sertărașe electromagnetice și pompe hidraulice cu pistonașe cu comandă electromagnetică (fig. 4.16); acestea sînt utilizate, în general, pentru adaptarea de mecanisme de copiere pe mașini-unelte universale. Sertărașul de lucru *1* se deplasează în urma pătrunderii uleiului, în camera auxiliară *2* și *3* prin sertărașul auxiliar independent *4* comandat de către un dispozitiv electromagnetic mon-

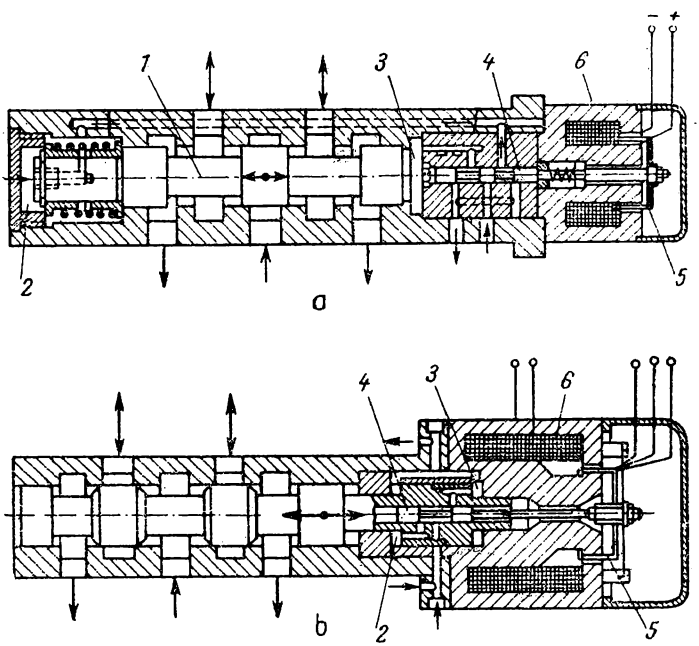


Fig. 4.16. Mecanism de distribuție și reglaj cu comandă electromagnetică.

tat pe carcasa sertărașului de lucru. Dispozitivul electromagnetic se compune dintr-o carcasă ușoară *5*, solidară cu sertărașul auxiliar *4* și o bobină de inducție *6* în al cărei cîmp magnetic se poate deplasa carcasa *5*. În canalele carcasei sînt dispuse două perechi de bobinaje, dintre care una este de comandă și provoacă deplasarea echipamentului mobil din poziția sa mijlocie în momentul primirii semnalului de la un regulator electric, iar cealaltă, de compensare, creează o forță antagonistă, care are rolul de a readuce sistemul în poziția de echilibru (mijlocie).

Valoarea maximă a curentului de alimentare a bobinelor nu depășește 300 mA. În poziția mijlocie sertărașul auxiliar 4 închide ambele orificii de admisie ale canalelor auxiliare *2* și *3* ale sertărașelor de lucru (fig. 4.16, *b*). Viteza de reacție a sertărașului de lucru, în cazul cînd trimite un semnal electric în bobinele carcasei este de ordinul a 0,03 s.

În figura 4.17 este reprezentată o pompă hidraulică cu pistonașe cu reglare electromagnetică. În carcasa pompei se află două sertărașe hidraulice *1* și *2* care au rolul de a comanda intrarea uleiului în cele două camere din dreapta sau din stînga, a pistonului plonjor cu cremalieră *3* care angrenează cu sectorul dințat *4* al pompei. Sertărașele *1* și *2* sînt legate cu armăturile *5* și *6* au două bobine de induc-

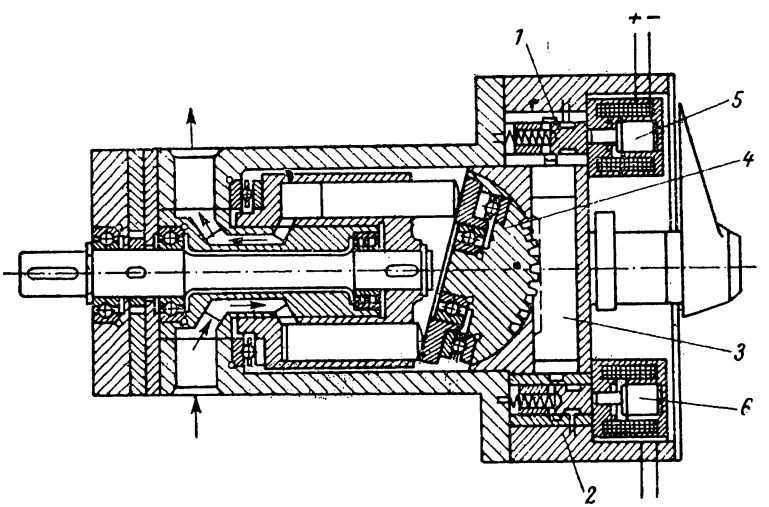


Fig. 4.17. Pompă hidraulică cu pistoane și reglare electromagnetică.

ție conectate în schema de comandă electrică. În cazul cînd semnalele trimise la bobinele de inducție nu sînt identice, are loc o deplasare a armăturilor lor și odată cu acestea a sertărașelor *1* și *2*. Deplasarea sertărașelor asigură deplasarea corespunzătoare a pistonului cu cremalieră 3 și modificarea unghiului de înclinare a sectorului sferic *4* care duce la modificarea debitului pompei.

Protecția împotriva suprasarcinilor ce pot apărea în circuitul hidraulic se realizează cu ajutorul unor supape de siguranță. Dispozitivele electropneumatice utilizate la modernizarea mașinilor-unelte sînt caracterizate prin aceea că sînt simple din punct de vedere constructiv și asigură o funcționare corectă a mecanismelor. Principalele tipuri de dispozitive electropneumatice utilizate pentru automatizarea operațiilor de lucru pe mașini-unelte sînt de tipul mecanismelor de distribuție, relee, regulatoare, întreruptoare etc.

În figura 4.18 este reprezentată schema de principiu a unui distribuitor electropneumatic. Aerul comprimat de la rețea pătrunde prin canalul *A* în camera *C*, și prin orificiul cu diametrul mai mic, în camera *B*. Întrucît aria pistonului *1* este mai mare în dreptul camerii *B* decît în dreptul camerii *C*, pistonul va fi tot timpul apăsat spre dreapta sub acțiunea aerului comprimat. Aerul comprimat trece din camera *C*, prin canalul *D*, în camera de lucru a cilindrului pneumatic, în timp ce aerul aflat în camera opusă a cilindrului este evacuat prin canalele *E* și *F* în atmosferă. La conectarea electromagnetului, miezul *2*, legat de supapa de aer comprimat printr-un bolț se retrage spre stînga deschizînd supapa. Aerul comprimat din camera *B* iese în atmosferă prin canalele *P* și *N*, în timp ce în camera *C* este

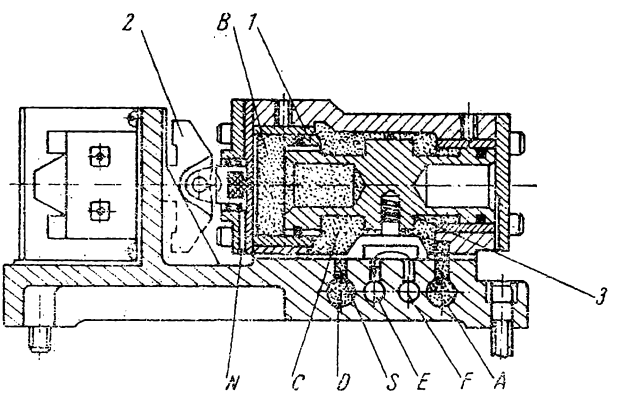


Fig. 4.18. Distribuitor electropneumatic.

menținută în permanență presiunea din rețea, ceea ce face ca pistonul 1 să se deplaseze în poziția limită din stînga, favorizînd astfel comutarea prin intermediul sertărașului *S* a canalelor de distribuție, iar aerul comprimat din camera *C* este împins prin canalul *F* în camera de lucru a cilindrului pneumatic, în timp ce aerul aflat în camera opusă a cilindrului este evacuat în atmosferă prin canalele *D* și *E*. La conectarea următoare a electromagnetului, cînd supapa este închisă, în camera B se ajunge din nou la egalizarea presiunii cu cea din rețea, favorizînd deplasarea pistonului către poziția limită din dreapta (poziția din figura 4.18), cu care ocazie se produce din nou comutarea canalelor distribuitorului. În locașul din pistonul distribuitorului, sertărașul *S* este montat liber, aflîndu-se sub acțiunea arcului *3*, care are rolul de a menține contactul său cu oglinda. Pentru a asigura o funcționare corectă a sertărașului distribuitor, se impune ca suprafețele active ale oglinzii și sertărașului să fie rodate.

În cele ce urmează se examinează cîteva tipuri de întreruptoare pneumatice utilizate în schemele de comandă ale mașinilor-unelte cu ocazia operațiilor de modernizare.

În figura 4.19 este reprezentat un întreruptor de presiune electromagnetic care are rolul de a efectua decontarea utilajului în cazul scăderii presiunii în rețeaua de aer comprimat sub o anumită limită.

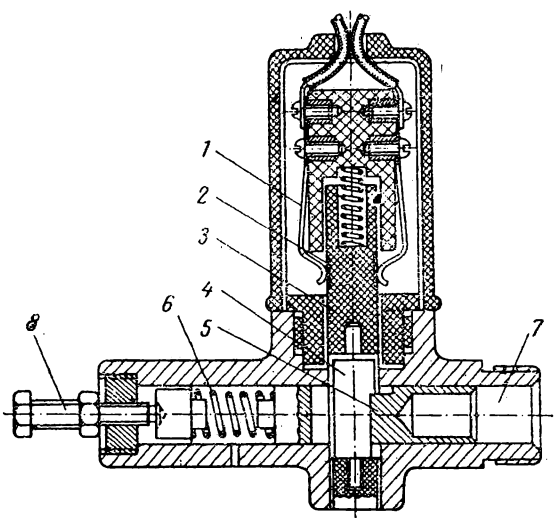


Fig. 4.19. Întreruptor de presiune electropneumatic.

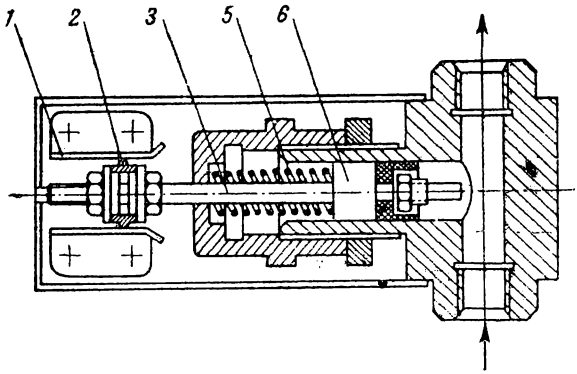


Fig. 4.20. Întreruptor electropneumatic cu piston.

Circuitul electric care alimentează releul este închis prin contactele *1* și placa inelară *2* de pe tija mobilă cu arc *3*, confecționată dintr-un material izolant (de obicei textolit). În partea de jos a tijei este înșurubată placa de oțel *4* prevăzută cu un număr dreptunghiular, prin intermediul căruia se solidarizează cu bolțul *5*, trecînd prin fereastra străpunsă prevăzută cu bolț. Asupra bolțului *5* acționează arcul *6*, iar din dreapta presiunea aerului comprimat din camera *7*, care este în legătură cu conducta principală de aer comprimat. Apăsarea realizată de arcul *6* se realizează cu ajutorul șurubului *8*, la o valoare care să echilibreze apăsarea exercitată de aerul comprimat. În cazul cînd presiunea aerului din camera *7* scade, arcul *6* deplasează bolțul *5* spre dreapta, echilibrînd placa *4*, iar tija *3* coboară repede sub acțiunea aerului întrerupînd contactele, favorizînd astfel oprirea motorului electric al mașinii-unelte.

În figura 4.20 este reprezentat un alt tip de întreruptor pneumatic cu piston, care în practică se leagă în circuitul electric al demarorului magnetic. Aerul comprimat care pătrunde în întreruptor acționează asupra pistonului *4*, a cărui tijă este prevăzută cu contactul mobil *2*. Dacă forța dezvoltată de presiunea aerului comprimat asupra pistonului este mai mare decît forța arcului *5*, contactul mobil de pe tijă stabilește legătura cu lamelele de contact *1* și închide circuitul care alimentează bobina demarorului. În cazul cînd presiunea din rețea scade, tija *3* este împinsă spre dreapta de către arcul *5* și contactul mobil părăsește lamelele de contact *1*, favorizînd astfel întreruperea circuitului demarorului, ceea ce are ca efect deconectarea motorului de acționare al mașinii de la rețea.

În acest caz se permite supravegherea automată a presiunii aerului comprimat de la rețea, și în cazul cînd valoarea presiunii din rețea scade la o valoare mai mică decît cea admisibilă, întreruptorul electropneumatic acționează instantaneu și oprește motorul electric al mașinii. În momentul în care presiunea din rețea se restabilește, întreruptorul închide automat circuitul contactorului și mașina-unealtă poate începe să funcționeze. În practică, pe lîngă tipurile de întreruptoare menționate mai sus, pentru automatizarea deconectării și conectării mașinilor-unelte în cazul scăderii presiunii aerului comprimat din rețea, se utilizează și întreruptoare electropneumatice cu membrană.

În figura 4.21, a și b sînt reprezentate două întreruptoare electropneumatice cu membrana. Între capacul *5* și flanșa *1* se află membrana de cauciuc *2* și două piese izolante din textolit 3 și 4 (fig. 4.21, *a*). Membrana și piesele izolante sînt strînse bine cu ajutorul șuruburilor 6. În locașul din piesa *3* se află discul de contact *11* din alamă, presat pe membrana *2* de către arcul *10*. Deasupra discului de contact *11* se află două borne de contact *9*. La capetele bornelor care intră în degajarea inelară a piesei *4*, se fixează pe capetele conductei care trece printr-o gaură prevăzută în piesa respectivă. Membrana *2* aflată sub acțiunea aerului comprimat menține discul de contact *11*, cu bornele *9*, închizînd circuitul demarorului magnetic al motorului. În cazul în care presiunea din rețeaua de aer comprimat scade sub valoarea admisibilă, arcul *10* învinge apăsarea membranei și îndepărtează discul de contact *11* de bornele *9*, întrerupînd astfel circuitul demarorului. Valoarea presiunii aerului comprimat la care trebuie să intre în funcțiune întreruptorul, se stabilește prin reglarea șurubului *7*. Între șurub și arc se află dopul din material izolant *8*. Acest tip de întreruptoare prezintă avantajul că sînt simple din punct de vedere constructiv. Lipsa pieselor în frecare mărește durata și siguranța de funcționare, precum și rapiditatea deconectării circuitului motorului electric de acționare al mașinii-unelte.

Întreruptorul electropneumatic reprezentat în figura 4.21, *b* diferă din punct de vedere constructiv de cel precedent, însă funcționează după același principiu.

Întreruptoarele electropneumatice descrise sînt caracterizate prin aceea că asigură o funcționare perfectă, fără avarii a mașinilor-unelte la care sînt utilizate, în vederea modernizării prin adaptarea în special a dispozitivelor pneumatice de prindere. Prezintă însă dezavantajul că includerea întreruptorului electropneumatic în circuitul pneumatic al mașinii exclude posibilitatea de a lucra la dispozitive fără a folosi acționarea pneumatică, din care cauză se impune regla-

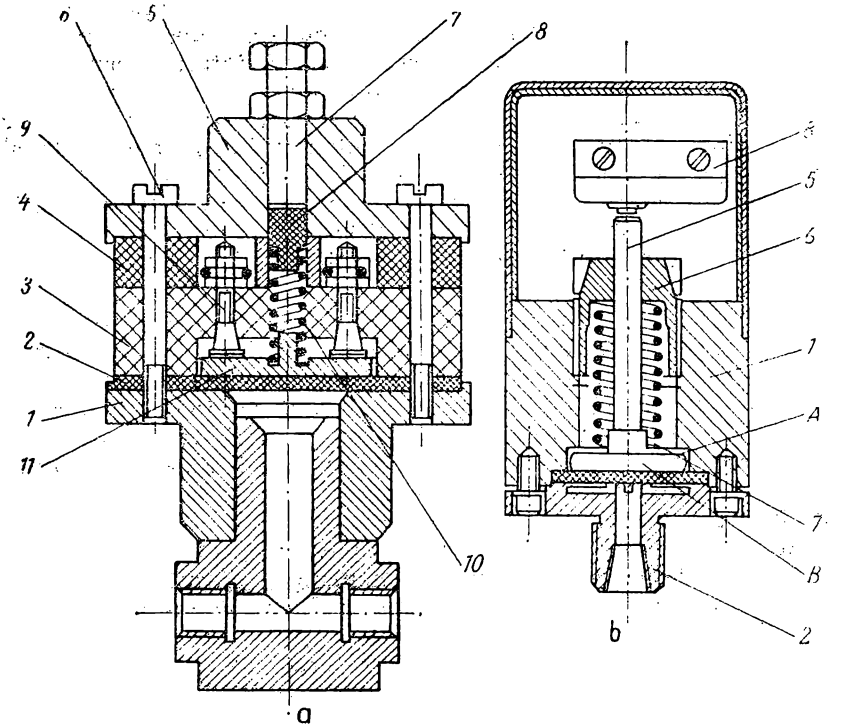


Fig. 4.21. Întreruptor pneumatic cu membrană.

rea foarte frecventă a mașinii în condițiile unei fabricații de serie mică. Acest lucru este determinat de faptul că alimentarea motorului de acționare al mașinii-unelte, cînd în schema de alimentare cu aer comprimat este montat un întreruptor electropneumatic, se produce numai atunci cînd prin întreruptor trece aer comprimat la presiunea la care acesta este reglat. Dacă presiunea din rețea scade sub această valoare, sau în cazul cînd alimentarea cu aer comprimat este întreruptă definitiv, mașina-unealtă nu va putea lucra.

Pentru ca mașina să fie pusă în stare de funcționare, în cazul cînd alimentarea cu aer comprimat este întreruptă, întreruptorul electropneumatic trebuie scos din circuitul electric al mașinii, iar în cazul cînd este necesar să se lucreze din nou cu dispozitivele pneumatice, întreruptorul electropneumatic trebuie să fie conectat din nou la rețea.

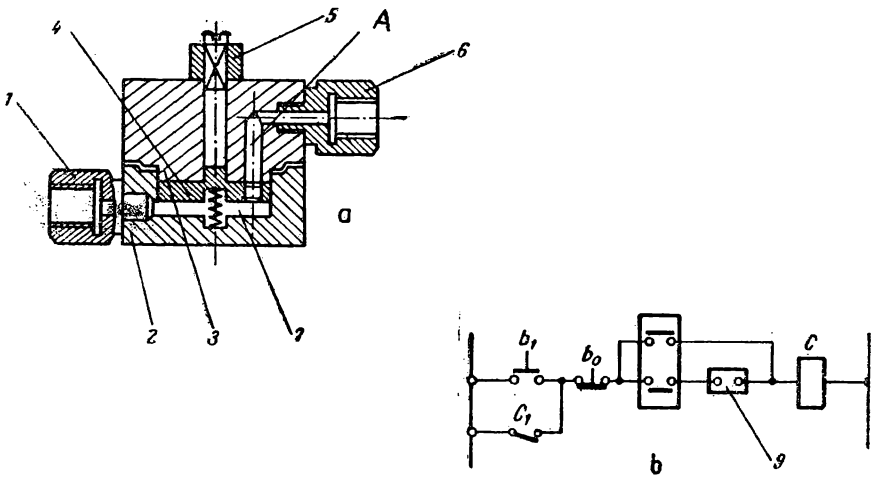


Fig. 4.22. Schema constructivă a unui comutator electropneumatic.

În vederea conectării și deconectării întreruptorului electropneumatic de la rețea și pentru a întrerupe în același timp pătrunderea aerului comprimat în dispozitivul pneumatic se folosesc comutatoare speciale.

În figura 4.22 este reprezentată schema constructivă și schema electrică a unui asemenea comutator. Aerul comprimat de la rețea pătrunde prin niplul *1* în corpul comutatorului *2*. Sertărașul *4* este prevăzut cu o gaură verticală, care în condițiile suprapunerii peste canalul din capacul *3*, permite pătrunderea aerului comprimat din camera *A*, prin niplul *6*, la cilindrul pneumatic. În această poziție întreruptorul electric *9* conectează întreruptorul pneumatic în circuitul de alimentare al motorului electric al mașinii. Rotind maneta comutatorului *5* spre dreapta, orificiul din sertărașul *4*, prin care aerul comprimat avea posibilitatea să pătrundă în camera *A*, și prin aceasta la cilindrul pneumatic, este astupat de către suprafața manetei active a sertărașului. În același timp, porțiunea sferică a comutatorului acționează asupra butonului întreruptorului *9*, favorizînd astfel deconectarea întreruptorului electropneumatic din circuitul general de alimentare al motorului electric al mașinii-unelte. Prin urmare, montarea unui asemenea comutator în circuitul de alimentare pneumatic și electric al mașinii-unelte permite acesteia să execute lucrări și fără a folosi aerul comprimat.

4.4. METODE DE MODERNIZARE A PRINCIPALELOR SUBANSAMBLE ȘI MECANISME ALE UTILAJELOR INDUSTRIALE

Utilizarea realizării anumitor măsuri de modernizare a utilajelor și proceselor tehnologice, în diferite condiții de producție, se determină în funcție de indicii eficacității lor.

Eficacitatea modernizării este determinată în practică de următorii indici de bază ;

— creșterea productivității muncii,
— reducerea prețului de cost al produselor,
— scurtarea ciclului de fabricație,
— îmbunătățirea calității produselor,
— ușurarea condițiilor de muncă ale muncitorului.

În ce privește importanța fiecărui indice, aceasta este determinată de cerințele impuse de fiecare caz în parte. Rezolvarea condițiilor privind utilitatea executării anumitor măsuri de modernizare ale utilajelor poate avea un rol hotărîtor în desfășurarea procesului de producție, cum ar fi de exemplu : creșterea productivității în sectoarele de fabricație înguste, înlăturarea condițiilor grele sau dăunătoare de muncă, lichidarea rebuturilor etc. În majoritatea cazurilor însă, eficacitatea economică constituie criteriul principal de stabilire a acestor măsuri de modernizare ale utilajelor și proceselor tehnologice de producție.

Pentru ca măsurile de modernizare ale utilajelor să asigure o eficacitate economică ridicată, caracterul și forma acestor măsuri trebuie să corespundă total condițiilor de producție existente.

Un rol important în satisfacerea cerințelor de modernizare ale utilajelor și proceselor tehnologice de producție îl joacă elementele de comandă și reglajul automat al mecanismelor de execuție și acționare a mașinilor-unelte, permițînd prin aceasta asigurarea caracteristicilor tehnologice dorite, reglajul fin și în limite suficient de largi ale turației, lungimea curselor de lucru și controlul dimensiunilor piesei prelucrate necesare efectuării operațiilor de prelucrare corespunzătoare.

Principalele mecanisme electrice care concură la automatizarea mașinilor-unelte sînt : motoare electrice, convertizoarele și transformatoarele pentru alimentarea și reglarea motoarelor electrice de acționare, dispozitivele mecanice, electromecanice, electrohidraulice, electropneumatice sau electromagnetice de tensiune, precum și apa-

ratele electrice, traductoarele, aparatura de comandă și protecție etc. În practică, metodele de modernizare trebuie să țină seama de caracterul producției. În cazul producției în serie mare sau în masă, pentru automatizarea ciclului automat al mișcării organelor mobile ale mașinilor-unelte, o largă răspîndire au căpătat limitatoarele de cursă care limitează cursele organelor de lucru în punctele prescrise și dau comenzile care asigură succesiunea și viteza necesară mișcărilor, precum și folosirea unor mecanisme de prindere și fixare ale pieselor mecanizate cu elemente de acționare automatizate. În ce privește controlul dimensiunilor pieselor prelucrate, modernizarea constă în adaptarea pe mașină a unor traductoare de dimensiune folosite pentru corectarea reglării la dimensiune a mașinii, sau pentru comanda ciclului automat de funcționare al acesteia. În condițiile modernizării mașinilor-unelte pentru producția în serie mică și individuală, este pe deplin justificată din punct de vedere economic utilizarea sistemelor de prindere ale căror utilizare asigură, pe lîngă rapiditatea prinderii pieselor, și ușurarea simțitoare a condițiilor de muncă, ceea ce constituie un factor important în procesul de producție.

În afara dispozitivelor de prindere, sistemele de mecanizare pot fi folosite pentru limitarea lungimilor curselor de lucru la majoritatea mașinilor-unelte universale. Aceste sisteme se execută sub forma unor opritoare universale, care pot fi reglate rapid, combinate cu indicatoare cu comparator sau contacte electrice care opresc mașina. La strungurile normale trebuie să-și găsească o utilizare largă dispozitivele pentru asigurarea retragerii rapide a cuțitului din piesă la terminarea operației, pentru comutarea automată a mașinii în cazul operațiilor în mai multe treceri (filetare, strunjire în trepte etc.). Ținînd seama de necesitatea schimbării frecvente a sculelor, în cazul prelucrării unor loturi mici de piese, se impun portscule cu schimbare rapidă, precum și capete turnante de tip revolver cu mai multe scule. Un rol important îl joacă, în cadrul producției în serie mică și individuală, adaptarea pe mașini a sistemelor de urmărire (copiere) sau cu comandă după program.

În cele ce urmează sînt prevăzute metodele larg folosite în exploatare pentru automatizarea mișcărilor la mașinile-unelte prin modernizare.

În figura 4.23 este reprezentată schema unui sistem electric de oprire automată a saniei unui strung. Opritorul rigid *1* cu microlimitatorul de cursă *ML* montat în el limitează deplasarea saniei *2*. În timpul apropierii saniei de opritor, cu puțin înainte de poziția finală, este acționat de butonul microlimitatorului care deconectează

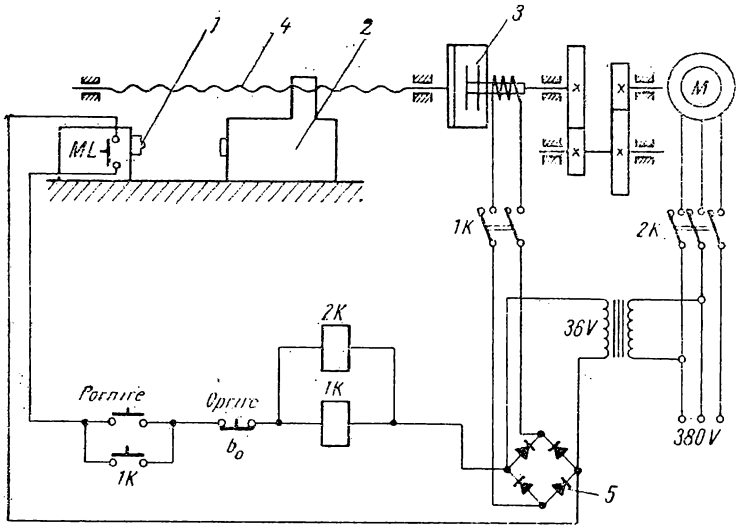


Fig. 4.23. Schema electrică a unui sistem de oprire automată a saniei unui strung.

contactorul *1K* al motorului electric *M* de acționare a avansurilor (în unele cazuri pentru mișcarea de avans este prevăzut un motor electric separat). În acest timp, sania vine în contact direct cu opritorul, care amortizează șocul din mecanismul de avans și oprește sania.

În cazul mecanismelor prevăzute cu motor electric de acționare separat, se impune ca decuplarea acestuia să se facă prin intermediul elementelor mecanice prevăzute în lanțul cinematic de avans. În schema menționată mai sus, acest lucru este realizat de către ambreajul electromagnetic *3*, montat între motorul electric și șurubul conducător *4*. Ambreiajul este alimentat cu curent continuu prin intermediul redresorului cu seleniu *5* și contactorul *1K*, conectat, de asemenea, de către microlimitatorul *ML*. În afară de aceasta, în schemă este prevăzută o cutie de comandă cu butonul de „PORNIRE" șuntat de către contactul de blocare *1K* și cu butonul de „OPRIRE" pentru oprirea mișcării de avans.

Ambreiajul electromagnetic poate fi ușor inclus în lanțul cinematic de avans de la majoritatea mașinilor-unelte universale, fără a fi necesară o transformare importantă a acestora. În practică, la

strunguri, acest ambreiaj poate fi montat în lira de avansuri, pe axul conducător al legăturii cardanice sau telescopice dintre cutia de viteze și cutia de avans.

Schema electrică din figura 4.23 a sistemului de cuplare (de oprire) automată precisă a avansului poate fi folosită fără modificări pentru automatizarea mașinilor de frezat, mașinilor de alezat, a strungurilor, precum și a altor mașini-unelte. De asemenea, trebuie avut în vedere faptul că, atunci cînd există un șurub conducător, oprirea saniei, mesei sau capului cu axul principal, în momentul decuplării ambreiajului, se produce foarte repede, deoarece șurubul conducător are un moment de inerție foarte mic. Din aceste considerente, la strunguri și mașini de frezat, la care precizia limitatoarelor nu depășește 0,1 mm, se poate renunța la opritoarele rigide, realizînd decuplarea avansului cu ajutorul unui limitator de cursă și a unui ambreiaj electromagnetic.

La mașinile de rectificat care au viteza mișcării de avans foarte mică, opritoarele rigide nu sînt necesare în nici un caz. La sistemele de decuplare automată utilizate pentru modernizarea mișcărilor mașinilor-unelte, se recomandă folosirea de cuplaje electromagnetice cu lamele, care au dimensiuni de gabarit mici, fiind capabile să transmită în același timp momente de torsiune suficient de mari. În cazul cînd nu există la dispoziție ambreiaje electromagnetice sau redresoare, în acest scop se pot folosi ambreiaje de fricțiune de orice tip acționate de un electromagnet obișnuit, a cărui armătură este legată prin intermediul unei pîrghii cu arc de partea mobilă a ambreiajului. În cazul în care mașina are un mecanism hidraulic pentru acționarea avansurilor, decuplarea mișcării de avans este realizată de către un sertăraș comandat de un electromagnet.

În cazul cînd sînt folosite opritoare rigide care limitează cursa saniei de avans, acestea trebuie să fie folosite împreună cu microlimitatoare care intră în acțiune puțin înaintea atingerii opritorului de către sanie. Schema unui opritor rigid prevăzut cu un microlimitator este reprezentată în figura 4.24. Opritorul este prevăzut cu șurub pentru reglarea dimensiunii și cu un mecanism separat de reglare cu șurub a momentului de acționare a microlimitatorului. Corpul *1* al opritorului se fixează rigid cu ajutorul șuruburilor *2* pe ghidajul mașinii. În partea proeminentă, în formă de furcă, a corpului, se află o gaură în care se fixează tija *3*. Pe porțiunea filetată a acestei tije, între proeminențele corpului, sînt înșurubate două piulițe striate, din care una servește pentru reglare și cealaltă pentru strîngere. Pe partea din spate a tijei este fixată potcoava *6*, pe care se află prins cu un șurub microlimitatorul *ML*. Tija *3* este prevă-

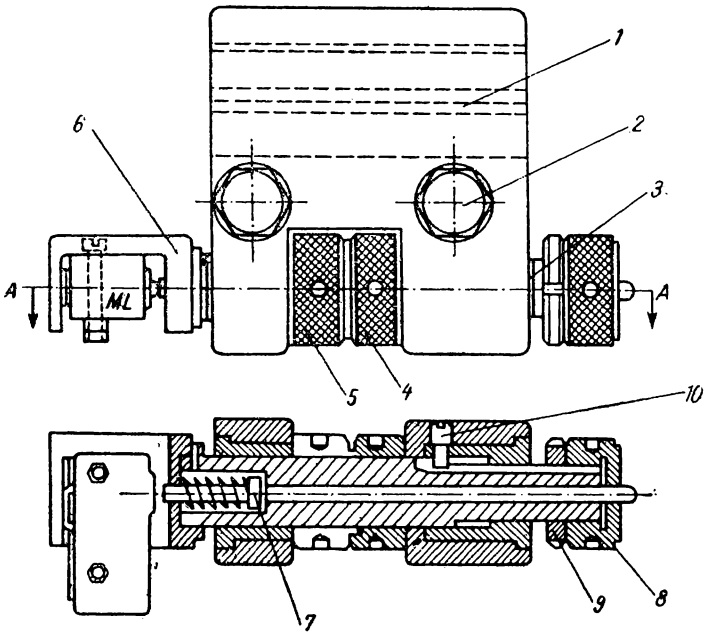


Fig. 4.24. Schema constructivă a unui opritor rigid cu microlimitator.

zută cu o gaură axială prin care trece tachetul cu arc 7, care are unul din capete în contact cu butonul întreruptorului, iar celălalt depășește capătul din față al tijei *3* cu o distanță „*a*". Pentru a regla distanța „*a*" cu care tachetul depășește suprafața frontală a piuliței *8* și odată cu aceasta momentul intrării în funcțiune a întreruptorului, pe capătul tijei *3* este înșurubată piulița 8 și contrapiulița *9*. Poziția unghiulară a tijei *3* este fixată cu ajutorul șurubului *10* care intră într-un locaș din corpul *1*.

Utilizarea opritoarelor rigide prevăzute cu microlimitatoare prezintă dezavantajul că nu asigură o precizie ridicată în ce privește dimensiunile pieselor prelucrate. Din aceste considerente, în cazul prelucrării pieselor cu dimensiuni foarte precise, în circuitul de oprire și cuplare automată, în locul opritorului rigid cu microlimitator se montează un traductor de măsurare și înregistrare directă a dimensiunilor pieselor de prelucrat.

Traductoarele de dimensiune execută deplasarea automată a mașinii și limitarea mișcării sculei, constituind un control activ în

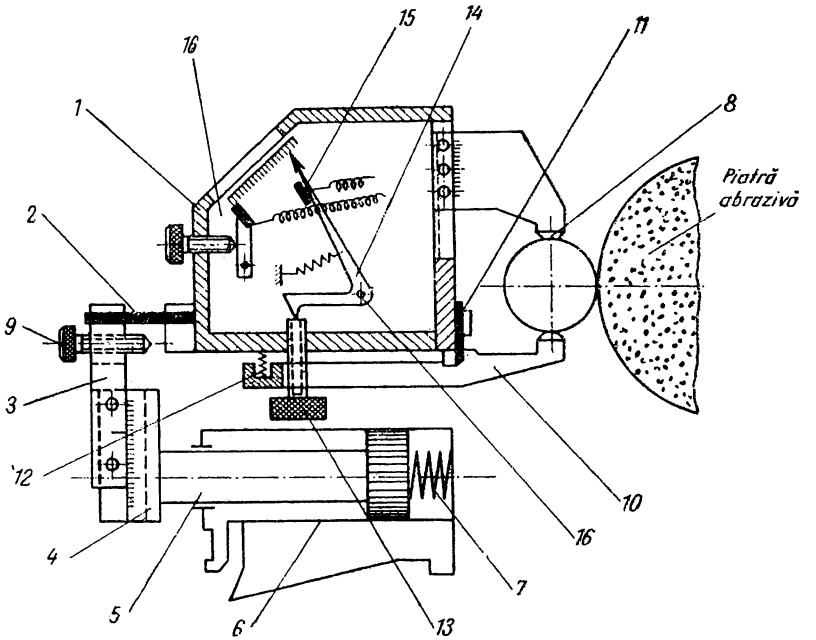


Fig. 4.25. Mecanism de oprire automată cu traductor de dimensiune

timpul lucrului. Acest tip de automatizare a mecanismelor de cuplare şi pornire automată este folosit pe scară largă în cazul prelucrării precise a pieselor în condiţiile producţiei în serie mare sau în masă. Ca exemplu, în ce priveşte realizarea comenzii automate a maşinii-unelte, cu înregistrare directă a dimensiunii piesei, se va examina mecanismul din figura 4.25, folosit în acest scop la maşinile de rectificat rotund. Dispozitivul este prevăzut cu un traductor cu două contacte. Corpul *1* al traductorului este suspendat cu arcul lamelar *2* de placa *3*. Pentru reglarea în direcţie verticală, placa *3* poate fi deplasată într-un canal din piesa *4*, fixată pe tija *5* a pistonului cilindrului hidraulic *6*. Atunci cînd uleiul este trimis în camera din fund a cilindrului, pistonul apropie traductorul de piesa de prelucrat, care ocupă poziţia de lucru reprezentată în schemă. Retragerea traductorului este realizată de arcul 7, în cazul evacuării uleiului din camera din stînga a cilindrului. Datorită suspensiei elastice în consolă, a carcasei traductorului, falca de măsurare fixă *8* se află în contact permanent cu semifabricatul (după reglarea po-

ziției plăcii *3*), independent de vibrațiile și deformațiile semifabricatului în timpul prelucrării. Șurubul opritor *9* servește pentru limitarea săgeții arcului pe care este suspendat traductorul. Falca oscilantă de măsurare *10* este fixată pe carcasa traductorului cu ajutorul arcului lamelar *11*, fiind apăsată pe partea de jos a semifabricatului de către arcul *12*. În timpul prelucrării, falca *10* transmite deplasarea printr-un șurub micrometric reglabil *13* la pîrghia indicator *14*. Indicatorul este prevăzut cu un contact electric *15*, care în momentul cînd dimensiunea semifabricatului a ajuns la valoarea prescrisă, atinge contactul fix *16* și conectează circuitul electric pentru oprire automată.

Traductoarele electrice de măsurare sînt folosite ca mijloace de control activ, atît pentru înregistrarea dimensiunii precise a piesei de prelucrat, pentru înregistrarea necesară automatizării opririi mașinii-unelte, cît și pentru automatizarea reglării intermediare a dimensiunilor sculelor, în scopul compensării uzurii lor dimensionale, operații deosebit de importante în cazul prelucrării definitive a pieselor cu precizie mare, pe mașini-unelte, care sînt reglate pentru producția de serie mare și în masă.

Un rol deosebit în automatizarea mișcărilor mașinilor-unelte, pe lîngă sistemele de oprire, îl au mecanismele de comutare a comenzilor mașinilor-unelte. În figura 4.26 este reprezentată schema sistemului electromecanic de comutare automată a cuplelor pentru cursele de lucru și cursele rapide. Maneta, care are rolul de a acționa cu-

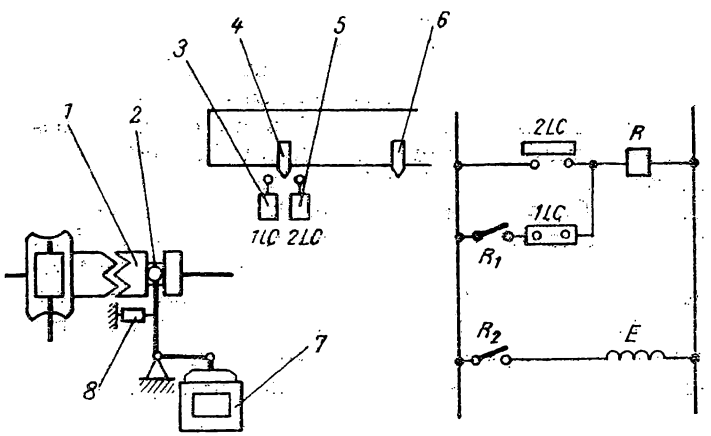


Fig. 4.26. Schema sistemului electromecanic de comutare automată.

plajul *1*, este solidară cu armătura electromagnetului 7. Decuplarea este realizată prin intermediul electromagnetului, iar cuplarea se realizează cu ajutorul arcului *8*. Închiderea circuitului de alimentare al bobinei *E* al electromagnetului este realizat cu ajutorul contactelor releului *R*. Cînd se execută cursa de apropiere rapidă, cuplajul *1* este decuplat, iar circuitul electromagnetului este închis de către contactele normal deschise R_2 ale releului *R*, fiind închis în acelaşi timp şi circuitul de alimentare al releului *R* prin intermediul contactelor normal deschise R_1 şi a limitatorului de cap de cursă *1LC*. După terminarea cursei de apropiere rapidă, contactele limitatorului de cap de cursă *3* (*1LC* în schemă) sînt deschise de către opritorul *4*, ceea ce are ca efect întreruperea circuitului de alimentare al bobinei releului *R*, deconectînd astfel electromagnetul şi favorizînd eliberarea arcului *8*, pentru a permite avansul de lucru al cuplajului *1*. La terminarea cursei de lucru, opritorul *6* închide contactele limitatorului de cap de cursă *5* (*2LC* în schemă), care stabileşte circuitul de alimentare al releului *R*. Circuitul de alimentare al releului este autoblocat de către contactele normal deschise R_1. Contactele normal deschise R_2 închid circuitul de alimentare al electromagnetului *E*, care are rolul de a decupla ambreiajul pentru avansul de lucru.

În afară de comutatoarele electromecanice, în practică, sînt folosite frecvent comutatoarele electromagnetice sau sisteme de comutare electrice cu ambreiaje electromagnetice la care cuplarea şi decuplarea avansului de lucru sau a mişcărilor rapide este realizată de un cuplaj electromagnetic. În figura 4.27 este reprezentată schema

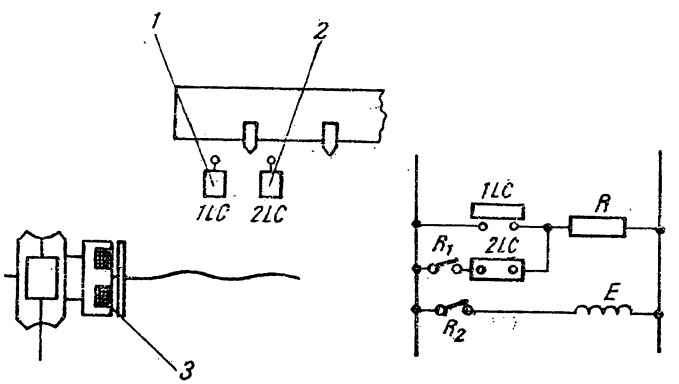


Fig. 4.27. Schema sistemului de comutare automată cu ambreiaj electromagnetic.

unui sistem de comutare cu ambreiaj electromagnetic. Așa cum se vede în figură, schema electrică de comandă este similară cu cea a sistemului de comutare electromecanic, deosebirea constînd numai în aceea că releul *R* comandă alimentarea bobinei *E* a ambreiajului electromagnetic *3*. Funcționarea comutatorului cu ambreiaje electromagnetice este determinată de circuitul bobinei acesteia, care poate fi stabilit sau întrerupt cu ajutorul limitatoarelor de cursă (*1LC* și *2LC* în schemă).

În condițiile producției de serie mică, metodele de modernizare a mașinilor-unelte se bazează, în general, pe utilizarea mecanismelor de copiat pentru prelucrarea, în special, a pieselor cu suprafețe în trepte. În figura 4.28 este reprezentată schema sistemului de copiere electrohidraulic adoptată la sania unui strung universal.

Dirijarea uleiului către cilindrul hidraulic *4* al saniei se face cu ajutorul sertărașului *1*, care este acționat de electromagnetul *3* prin intermediul pîrghiei *2*. Electromagnetul primește comenzile de la dispozitivul de copiat. Palpatorul *7* al dispozitivului de copiat urmărește suprafața piesei etalon *5*, pe care se sprijină în timpul lucrului. Deplasarea palpatorului *7* pe piesa etalon permite închiderea contactelor *6*, care sînt închise în circuitul de grilă al tubului electronic *8*. Grila comandă curentul anodic al tubului, care la rîndul său alimentează bobina electromagnetului *3*.

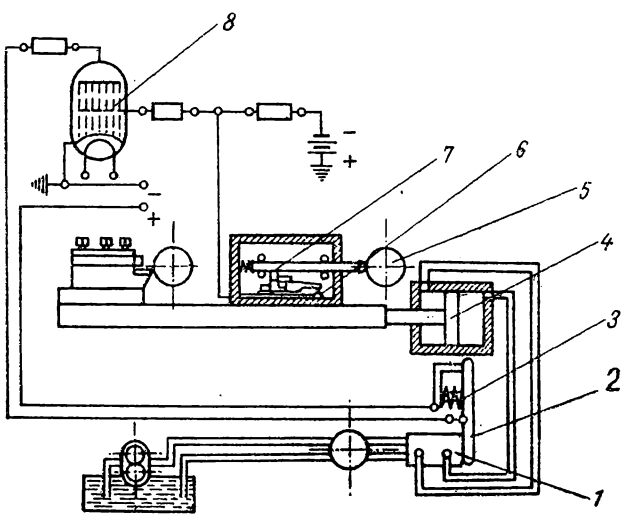


Fig. 4.28. Schema sistemului de copiere electrohidraulic adaptat la sania unui strung universal.

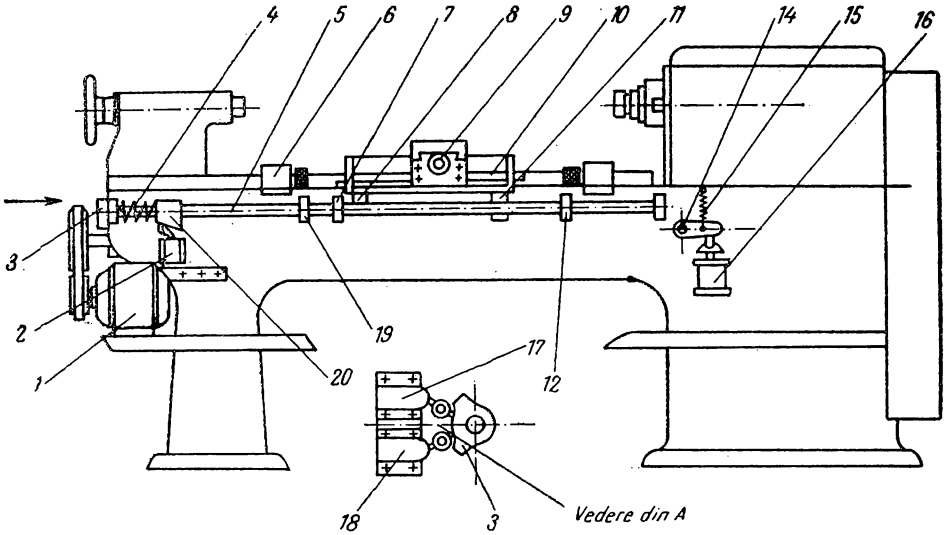


Fig. 4.29. Schema constructivă de automatizare a unui strung universal.

În exploatare, în condițiile producției de serie mică este frecvent folosită metoda modernizării numai a unor mișcări a mecanismelor mașinilor-unelte, în vederea executării unor lucrări după următorul ciclu : avansul de lucru al saniei longitudinale — retragerea rapidă a saniei transversale și cuplarea mișcării de înapoiere rapidă longitudinală — înapoierea rapidă a saniei longitudinale — apropierea rapidă a saniei transversale — oprire.

În figura 4.29 este reprezentată schema constructivă a unui strung automatizat pentru realizarea acestui ciclu. Cuplarea și decuplarea avansului este realizată cu ajutorul unui cuplaj cu gheare, care este montat între axul pentru avansuri și cutia de avansuri de unde primește mișcarea. Comanda cuplajului cu gheare se face de către electromagnetul *16*, care rotește maneta *14* pentru conectarea cuplajului. Electromagnetul *16* realizează decuplarea în cazul închiderii circuitului de alimentare a bobinei sale. Cuplarea este realizată cu ajutorul arcului *15*. Acționarea axului avansurilor rapide se face de către motorul electric *1*, iar cuplarea și decuplarea curselor rapide și de lucru este comandată de către opritoarele fixate pe sania longitudinală a strungului. Opritoarele realizează comanda acționînd camele fixate pe bara *5*, care la rîndul lor închid contactele limitatoarelor de cap de cursă corespunzătoare, iar acestea la rîndul

lor comandă motorul electric *1* pentru cursele rapide şi electromagnetul *16*. La pornirea strungului, se conectează motorul electric pentru cursele rapide şi electromagnetul *16* care decuplează avansul de lucru şi determină cursa rapidă a căruciorului pe direcţia înainte. După terminarea cursei rapide, opritorul *8* atinge cama *7* şi roteşte bara *5* pe capătul căreia este fixată cama *3*, care acţionează limitatorul *18* şi întrerupe circuitele de alimentare ale bobinei contactorului motorului *1* şi electromagnetului *16*. Acesta determină încetarea cursei rapide şi favorizează cuplarea avansului de lucru. După terminarea cursei de lucru, opritorul *11* acţionează cama *12*, care roteşte bara în sens opus, iar cama *3* acţionează în acest caz limitatorul *17*, care închide circuitul electromagnetului *16*, decuplînd avansul de lucru, precum şi circuitul bobinei contactorului motorului *1*. Acest lucru determină cursa de înapoiere rapidă a căruciorului. După încheierea cursei de înapoiere rapidă, opritorul *8* acţionează asupra opritorului *19*, cu care ocazie realizează comprimarea arcului *4* şi deplasează bara *5* spre stînga. Cama *20*, care se află fixată la rîndul ei tot pe bara *5*, acţionează limitatorul de cap de cursă şi opreşte strungul. Apropierea şi retragerea saniei transversale este realizată de către un mecanism montat pe consola *9*, care la rîndul ei este fixată pe sania longitudinală a căruciorului maşinii. După terminarea cursei de lucru, cremaliera *10* atinge opritorul *13*, fixat pe batiul maşinii şi determină retragerea saniei transversale, iar la sfîrşitul cursei de înapoiere rapidă a căruciorului, cremaliera 10 atinge opritorul *6* şi realizează apropierea saniei transversale.

5. MĂSURI DE TEHNICA SECURITĂȚII MUNCII ȘI DE PREVENIREA ȘI STINGEREA INCENDIILOR LA ÎNTREȚINEREA ȘI REPARAREA UTILAJULUI INDUSTRIAL

În marea lor majoritate, accidentele ce survin în exploatarea și întreținerea utilajului și echipamentului electric sînt favorizate de neglijența sau lipsa de atenție din partea personalului de întreținere. Din aceste considerente deservirea utilajelor și aparatelor electrice impune respectarea riguroasă a regulilor tehnice de exploatare și întreținere și folosirea unui personal calificat care a fost instruit special în acest scop.

În operațiile de întreținere și reparare a utilajului industrial personalul este supus pericolului de electrocutare, ca urmare a atingerii accidentale a părților uneia din piesele aflate sub tensiunea de lucru (atingere directă), atingerea unor elemente metalice care nu fac parte din circuitul curentului de lucru, însă, care au fost puse sub tensiune datorită unor deteriorări ale izolației (atingere indirectă), atingerea simultană a două puncte de pe sol aflate la potențiale diferite (tensiunea de pas) etc.

O atenție deosebită trebuie acordată utilajelor și echipamentului electric din încăperile cu umiditate și temperatură ridicată, precum și din încăperile în care se găsesc suspensii de gaze, vapori sau praf, inflamabile sau explozibile.

În comparație cu alte lucrări la care pericolul poate fi sesizat, de cele mai multe ori direct prin simțurile omului (auz, văz miros etc.) sau prin dispozitive de protecție, curentul electric nu poate fi sesizat preventiv.

Pe lîngă pericolul de accidente pe care îl prezintă curentul electric poate provoca incendii datorită scînteilor electrice, pieselor încălzite și incandescente prin care trece curentul, precum și scurtcircuitelor. Cînd echipamentul electric se încălzește peste limita admisibilă poate favoriza aprinderea izolației și răspîndirea focului la materialele inflamabile.

Pentru a evita aceste accidente se impune în mod deosebit o disciplină a personalului de întreținere și exploatare, în ce privește respectarea normelor de exploatare și reparare a utilajelor și echipamentului electric, precum și folosirea unor mijloace de protecție corespunzătoare operației de întreținere sau reparare care se execută.

5.1. ACCIDENTE POSIBILE ÎN TIMPUL EXECUTĂRII REPARAȚIILOR, MĂSURI DE PREVENIRE ȘI COMBATERE

Cele mai frecvente accidente produse în procesul de exploatare și întreținere a echipamentului electric sînt electrocutările favorizate de contactul direct cu conductoarele electrice neizolate aflate sub tensiune, sau atingerea anumitor părți ale pieselor sau instalațiilor care accidental sînt puse sub tensiune datorită unui defect de izolație. Accidentări pot avea loc și în cazul cînd lucrătorul nu intră în circuitul electric ; de exemplu, producerea în apropierea acestuia a unui scurtcircuit care prezintă pericol de arsuri ca urmare a arcului electric sau scînteilor care s-au format.

Acțiunea curentului electric asupra organismului omenesc depinde de rezistența organismului, de starea pielii, de suprafața de contact cu piesele prin care trece curentul, de intensitatea și frecvența curentului, precum și de durata acțiunii acestuia.

Ca urmare a acțiunii curentului electric asupra organismului omenesc pot avea loc traumatisme externe și interne.

Traumatisme externe caracterizate prin : efect termic (arsuri), efect mecanic (ruperea țesuturilor, rănirea oaselor), efect luminos (orbirea cu arc electric), efect acustic (vătămarea și îmbolnăvirea organelor auditive din cauza scînteilor și a exploziilor).

Traumatisme interne caracterizate prin : tulburarea sistemului nervos, tulburarea funcționării normale a inimii și a respirației, paralizia unor părți ale corpului, electroliza sîngelui din organism, etc.

În cazul electrocutării, accidentatul trebuie scos cît mai repede de sub acțiunea curentului electric. Trebuie avut în vedere însă, faptul că un contact direct al persoanelor ce intervin, cu accidentatul, care se găsește sub acțiunea curentului electric este aproape tot atît de periculos ca și contactul cu un conductor neizolat aflat sub tensiune. Din aceste motive, în cazul cînd o persoană a fost electrocutată, se va întrerupe cît mai repede posibil curentul electric. Dacă aceasta cere prea mult timp, se va trage victima de haine și se va scoate de sub acțiunea curentului electric. Efectul electrocutării depinde de raportul dintre tensiunea și rezistența corpului ; intensitatea periculoasă a curentului variază în limite mari. Acțiunea asupra organismului a curenților de diferite intensități (cu frecvența standardizată de 50 Hz), cînd curentul trece prin organism, se caracterizează prin :

— la început o ușoară iritație, care nu are urmări periculoase, denumită limita de iritație, care are loc la o intensitate a curentului de circa 0,009 A ;

— la o intensitate a curentului de circa 0,015—0,020 A, acțiunea iritantă a curentului ajunge la o mărime la care mușchii își pierd capacitatea de contractare și accidentatul nu mai este în stare să se îndepărteze de piesele prin care trece curentul ;

— la o intensitate a curentului de circa 0,05 A are loc, de obicei, paralizia respirației și pierderea cunoștinței, chiar cînd acțiunea curentului este de scurtă durată ;

— curentul mai mare de 0,1 A se consideră ca mortal.

Efectele electrocutării depind și de traseul curentului în organism. Mai periculoasă este trecerea curentului prin inimă, plămîni, creier, cînd curentul trece, de obicei, de la mînă la picior, cînd ambele mîini ating poli sau faze diferite. În aceste cazuri poate avea loc paralizia inimii și a respirației. Totuși pot avea loc urmări serioase, chiar în cazul cînd curentul nu trece prin organele principale.

În cazul cînd, după scoaterea de sub tensiune, accidentatul și-a pierdut numai cunoștința, adică funcționarea inimii și a organelor respiratorii nu este întreruptă, este suficient să se deschidă fereastra, să i se deschidă haina și să i se dea accidentatului să miroase amoniac. Dacă însă respirația accidentatului s-a întrerupt, sau este neregulată, ori dacă inima nu mai bate, înseamnă că, în urma șocului electric s-a produs paralizia mușchilor respiratori, sau a inimii. În acest caz se impune ca accidentatului să i se facă imediat respirația artificială prin procedeele cunoscute.

Măsurile de protecție pentru prevenirea accidentelor prin electrocutare sînt :

— Părțile metalice ale echipamentului electric aflat sub tensiune în timpul lucrului trebuie să fie inaccesibile atingerii întîmplătoare. Această măsură se realizează prin : izolare electrică, carcasare de protecție, îngrădiri cu plase metalice sau table perforate, amplasări la înălțimi inaccesibile, amenajarea de blocaje etc. ;

— Folosirea de tensiuni reduse de 12 V, 24 V, 36 V pentru lămpile și sculele portative (manuale) astfel : 12 V pentru locuri foarte periculoase, 24 V pentru locurile periculoase și 36 V în locuri cu grad de pericol redus ;

— Legarea la pămînt a echipamentului care constă în legarea la pămînt a părților metalice și care în mod normal nu se află sub tensiune, dar care ar putea accidental să fie puse sub tensiune prin contactul cu conductoarele electrice din apropiere. O deosebită atenție trebuie acordată legării la pămînt a corpurilor mașinilor electrice, ale transformatoarelor, controlerelor și reostatelor, capacele metalice ale întreruptoarelor și piesele tablourilor de distribuție. Protecția prin legare la pămînt se aplică în instalațiile electrice cu tensiunea de lucru pînă la 1 000 V, care lucrează cu punctul neutru al sursei de alimentare izolat față de pămînt, atunci cînd distribuirea curentului electric se face prin patru fire la rețelele de joasă tensiune, avînd firul neutru pus la pămînt.

— Protecția prin legare la firul neutru (conductorul de nul) se poate aplica numai în instalațiile electrice cu tensiunea de lucru sub 1 000 V, care funcționează cu punctul neutru al sursei de alimentare legat direct la pămînt și constă în legarea printr-un conductor a pieselor metalice ale utilajului, izolate în mod normal de piesele care se găsesc sub tensiune, de firul neutru care este pus la pămînt (fig. 5.1) ;

— Protecția prin deconectare automată, în cazul unei tensiuni de atingere periculoase, are ca scop să împiedice rămînerea unei tensiuni de atingere periculoasă pe o parte metalică care nu aparține circuitului curentului de lucru. Protecția constă în deconectarea instantanee și automată, a receptorului, imediat ce tensiunea de pe corpul său atinge o valoare considerată periculoasă. Sistemul constă în introducerea unui releu de tensiune montat între corpul mașinii și o priză de pămînt auxiliar (fig. 5.2), și care comandă circuitul bobinei de tensiune a întreruptorului automat al utilajului. În afară de acest releu, acest tip de protecție trebuie să mai cuprindă : un dispozitiv de control al protecției, un conductor de protecție, o priză de pămînt auxiliară și un conductor auxiliar pentru

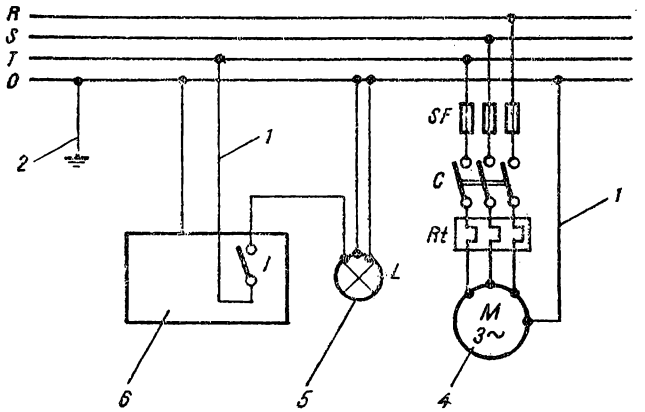


Fig. 5.1. Schema legării la firul neutru a receptoarelor de curent.

legarea la priza de pămînt auxiliară. Bobina releului se conectează ca un voltmetru, astfel că ea controlează tensiunea dintre corpul utilajului și priza de pămînt auxiliară (ea este astfel confecționată încît să acționeze atunci cînd diferența de potențial dintre pămînt și corpul mașinii depășește 36 V).

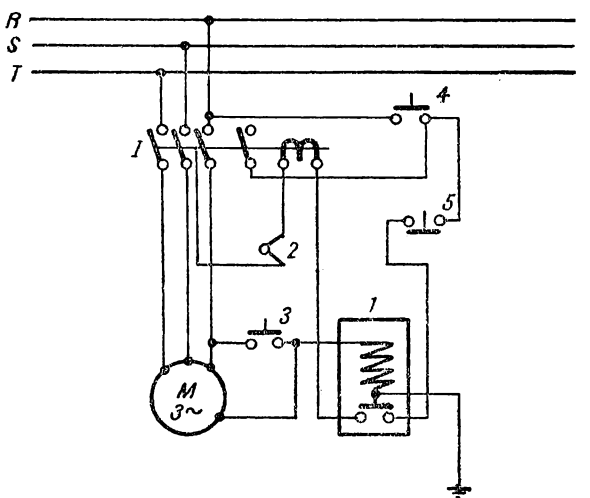


Fig. 5.2. Protecția prin deconectare automată.

Protecția prin deconectare nu poate înlocui protecția prin legare la nul sau protecția prin legare la pămînt. Ea poate fi folosită ca o măsură suplimentară de rezervă în cazurile cînd protecția prin legare la nul sau protecția prin legare la pămînt nu prezintă siguranța realizării unei tensiuni de atingere suficient de mici în orice situație.

În afară de accidentele provocate prin electrocutare, în timpul executării operațiilor de întreținere, se pot produce o serie de accidente provocate de organele mobile ale mașinilor unelte (curelele de transmisie ale motoarelor electrice, capetele axelor în mișcare, roțile dințate exterioare). Pentru a evita aceste accidente părțile în mișcare trebuie să fie închise cu apărători de protecție astfel încît să nu fie posibilă atingerea lor. De asemenea, cu ocazia controlului stării tehnice a mașinilor și aparatelor se pot atinge piese încălzite care pot provoca arsuri, din care cauză se impune ca înainte de a efectua controlul aparatajului electric acesta trebuie lăsat să se răcească.

În practică un mare număr de accidente sînt provocate de lămpile și sculele electrice portative. Pericolul ivit în timpul lucrului cu aparate și scule electrice portabile este determinat de contactul strîns și îndelungat al muncitorului cu corpurile sculelor, iar pe de altă parte de uzura rapidă a acestora. Cauzele principale ale accidentelor în timpul lucrului cu sculele electrice portabile sînt determinate de folosirea unor conductoare necorespunzătoare, lipsa legării la pămînt, sau utilizarea de scule defecte. În cazul lămpilor electrice metoda cea mai sigură de protecție este de a utiliza tensiuni scăzute de 24 V sau de 36 V. În cazul utilizării sculelor tensiunea de lucru neputînd fi scăzută la valori mici (tensiunea de lucru de 120—220 V), securitatea muncii este asigurată prin construcția și calitatea sculei. Aceasta impune ca toate piesele oricărei scule normale prin care trece curentul electric să fie bine capsulate și inaccesibile, iar conductoarele protejate împotriva defectării mecanice, sau a uzurii rapide, mai ales în locurile de intrare în carcasa sculei electrice. De asemenea, este necesară legarea la pămînt sau legarea la firul neutru a corpului sculei electrice. În acest scop în locurile în care se lucrează cu unelte electrice, se instalează prize speciale cu contact de lagare la pămînt, iar scula este utilizată cu un cablu prevăzut cu o fișă de contact, avînd o bară pusă la pămînt.

Pe lîngă măsurile de securitate de ordin constructiv un rol deosebit de important în prevenirea accidentelor îl are pregătirea și instructajul sistematic al personalului care deservește sau întreține echipamentul electric al utilajului industrial.

În scopul prevenirii personalului de exploatare asupra pericolului de atingere al pieselor aflate sub tensiune al echipamentului sau instalațiilor electrice, în vecinătatea acestora se afișează inscripții sau plancarde specifice ; pentru a ușura munca personalului de deservire și pentru a obține securitatea necesară, lîngă instalațiile electrice trebuie să se afișeze scheme electrice în care să se arate toate legăturile conductoarelor. De asemenea panourile și tablourile de distribuție vor fi prevăzute cu inscripții, care să arate destinația conductoarelor și aparatelor de măsurat. Pentru fiecare fel de tensiune și curent se vor utiliza notațiile prevăzute în normative și standarde.

Pe lîngă pericolul electrocutării pe care îl reprezintă, curentul electric poate provoca incendii datorită încălzirii aparatajului electric în timpul funcționării, în timpul producerii scurtcircuitelor sau al suprasarcinilor etc. Scînteile provocate în timpul scurtcircuitelor pot cauza arsuri și aprinderea prafului aglomerat sau a amestecului de gaze din atmosfera încăperilor. Pentru aprinderea amestecului de aer și praf scînteile trebuie să aibă o temperatură mai ridicată decît pentru aprinderea amestecului de gaze și aer sau de gaze și praf.

Pentru prevenirea pericolului de aprindere din cauza scînteilor și a încălzirii trebuie luate următoarele măsuri :

— La regimul de funcționare în plină sarcină părțile motorului electric nu trebuie să se încălzească pînă la o temperatură periculoasă pentru funcționarea lor normală, sau periculoasă pentru obiectele apropiate. În special temperatura de lucru a lagărelor nu trebuie să depășească 80°C.

— Părțile din clădiri și părțile din utilaj care sînt expuse acțiunii arcului electric trebuie să fie neinflamabile.

— Părțile resoartelor, ale aparatelor de încălzit, etc, care se încălzesc precum și piesele exterioare prin care trece curentul trebuie să fie montate pe socluri izolate și nehigroscopice (recomandabil din marmură). Controlerele și alte aparate aflate sub tensiune, pînă la 1 000 V, amplasate în încăperi uscate, pot fi montate pe socluri de textolit sau fibră, în cazul acelor piese la care în mod normal nu se formează scîntei. Instalațiile electrice așezate în afara încăperilor cu mașini electrice trebuie să fie protejate cu un capac din material neinflamabil, dacă acest capac este cu acțiune mecanică el trebuie să fie legat la pămînt. Uneori capacul trebuie răcit pentru a evita supraîncălzirea instalației.

— Siguranțele, întreruptoarele și alte aparate asemănătoare, care în timpul exploatării pot provoca întreruperea curentului trebuie

acoperite cu carcase pentru a preîntîmpina o eventuală aprindere datorită scînteilor.

— Utilajul care lucrează în medii de praf sau gaze trebuie să fie acționat cu motoare electrice antiexplozive, iar instalațiile și aparatajul să fie de asemenea de execuție anntiexplozivă.

— Pentru a se putea interveni cu eficacitate în caz de incendiu, se recomandă ca lîngă mașinile unelte să fie amplasate extinctoare cu bioxid de carbon (CO_2), sau de tetraclorură de carbon (CCl_4). Folosirea apei este interzisă pentru stingerea incendiilor la instalațiile electrice, deoarece prezintă pericolul de electrocutare. Folosirea apei sau a soluțiilor pe bază de apă se admite numai în cazul cînd instalația electrică de la mașina respectivă a fost deconectată de la rețea.

După incendiu, instalația electrică a aparatajului de comandă al mașinii trebuie uscată și apoi reparată, deoarece este posibilă distrugerea instalației și deteriorarea pieselor datorită acțiunii căldurii și răcirii bruște.

5.2. NORME DEPARTAMENTALE ȘI REPUBLICANE DE PROTECȚIA MUNCII ȘI DE PREVENIREA ȘI STINGEREA INCENDIILOR (PSI)

Normele republicane de protecția muncii și PSI cuprind în general măsuri de tehnica securității și normele de igienă a muncii, precum și măsuri de prevenirea și stingerea incendiilor în întreprinderile industriale. Aceste norme sînt obligatorii pentru toate organele administrației de stat : ministere, centrale industriale, întreprinderi și organizații cooperatiste, care pe baza normelor republicane stabilesc norme departamentale specifice ramurii industriale și sînt obligatorii în toate procesele de producție.

Pentru îmbunătățirea permanentă a normelor de muncă și de prevenire a accidentelor de muncă, se impune acordarea unei deosebite atenții aplicării cu strictețe a normelor de PSI și de tehnica securității muncii în producție. Se impune de asemenea ca pe lîngă instructajele periodice specifice care se fac la locurile de muncă să se organizeze o activitate permanentă de propagandă a protecției muncii în atelierele întreprinderilor industriale.

În tabelul 5.1 sînt menționate normele republicane și departamentale, cum și standardele specifice măsurilor de protecția muncii și PSI în atelierele întreprinderilor industriale.

Tabelul 5.1

Norme republicane departamentale și standarde pentru protecția muncii și PSI

Denumirea normei sau STAS	La ce se referă
Norme de protecția muncii specifice industriei construcțiilor de mașini Vol. I — Vol. VII MICM/1979	Tehnica securității muncii în ramura construcțiilor de mașini
Normativ privind protecția prin legare la pămînt și prin legare la nul, la utilajele electrice pe șantierele de construcție cu tensiune pînă la 1 000 V — CSCAS — 1-07-1979	Tehnica securității muncii și măsuri PSI în instalarea și repararea echipamentului electric al utilajelor și instalațiilor
Norme departamentale de tehnica securității în instalațiile electrice de joasă tensiune MMEE	Tehnica securității muncii și igiena muncii în instalațiile electrice
Norme departamentale de protecție a muncii în industria metalurgică MIM — 1969	Tehnica securității muncii și igiena muncii în industria metalurgică
Normativ CSCAS 1D-17 privind instalațiile electrice pentru medii cu pericol de explozie	Măsuri de tehnica securității muncii și măsuri de prevenire și stingere a incendiilor la proiectarea, executarea, exploatarea și întreținerea instalațiilor electrice în medii cu pericol ridicat de explozie
Norme de electrosecuritate la instalațiile electrice din industria constructoare de mașini MICM — 1982	Tehnica securității muncii la echipamentul și instalațiile electrice
Normativ privind proiectarea și execuția instalațiilor electrice la consumatori cu tensiune pînă la 1 000 V I 7-1978	Tehnica securității muncii și măsuri PSI pentru instalații electrice la consumatori (proiectare, instalare, execuție)
Norme departamentale de prevenire și stingere a incendiilor în unitățile MICM și MIMUEE — 1981	Prevenirea și stingerea incendiilor în ramura industriei construcțiilor de mașini, de mașini-unelte, electrotehnică și electronică
Norme departamentale de dotare a unităților subordonate MICM și MIMUEE	Dotarea unităților MICMUEE cu mijloace destinate prevenirii și stingerii incendiilor
STAS 2612-82	Protecția împotriva electrocutărilor. Limite admise

Tabelul 5.1 (continuare)

Denumirea normei sau STAS	La ce se referă
STAS 6616-78	Instalații de legare la nul de protecție
STAS 6119-78	Instalații electrice de joasă ensiune Instalații de legare la pământ de protecție. Prescripții
STAS 8275-78	Protecția împotriva electrocutărilor. Terminologie
STAS 4102-80	Piese pentru instalații de legare la pământ de protecție
STAS 7408-75	Încălțăminte electroizolantă
STAS 7454-78	Covor electroizolant din cauciuc
STAS 7761-75	Echipament de protecție din cauciuc. Mănuși electroizolante
STAS 297-80	Indicatoare de securitate
STAS 4918-78	Utilaj de stins incendii, stingător portativ cu praf și bioxid de carbon (CO_2)
STAS 4919-76	Stingător transportabil cu praf și bioxid de carbon (CO_2)
STAS 9752-74	Utilaj de stins incendii, stingător portativ cu bioxid de carbon (CO_2)

Notă: În tabel au fost trecute numai standardele pentru aparate de stins incendii în instalații electrice

5.3. LEGISLAȚIA PRIVIND ORGANIZAREA ȘI ÎNDRUMAREA ACTIVITĂȚII PE LINIE DE PROTECȚIA MUNCII ȘI DE PREVENIREA ȘI STINGEREA INCENDIILOR

În afară de normele republicane și departamentale, măsurile de tehnnica securității și igiena muncii, precum și măsurile de PSI sînt oglindite în normative de legislație uzuală a muncii, care constituie baza legală a elaborării tuturor normelor cu privire la măsurile de protecția muncii și PSI, precum și a relațiilor de muncă din întreprinderile și organizațiile socialiste.

În tabelul 5.2 sînt menționate actele normative privind protecția și igiena muncii și PSI, în întreprinderile industriale.

Tabelul 5.2

Acte normative de protecţia muncii şi PSI

Denumirea actului normativ	La ce se referă
Legea nr. 5/1965	La protecţia muncii
HCM 2896/1966	La declararea, cercetarea şi evidenţa accidentelor de muncă şi a bolilor profesionale
HCM 304/1975	Distribuirea echipamentului de protecţie
Legea Nr. 1/1970	Reguli de disciplina muncii
HCM 2494/1969	Stabilirea şi sancţionarea în domeniul muncii şi ocrotirii sociale
Norme republicane de protecţie a muncii aprobate cu ordinul nr. 110/1977 al MM şi ordinul nr. 39/1977 al MS	Norme generale de protecţia muncii şi igiena muncii
HCM 215/1977 şi Ordinul nr. 210/1977 al Consiliului sanitar superior	
Decretul nr. 400/1981	Instituirea unor reguli privind exploatarea şi întreţinerea instalaţiilor, utilajelor şi maşinilor, întărirea ordine şi disciplinei în muncă în unităţile cu foc continuu sau care au instalaţii cu grad ridicat de pericol în exploatare
Decretul 232/1974 republican în 1978 şi Legea nr. 8/1975	Privitor la prevenirea şi stingerea incendiilor
Normativ republican pentru proiectarea şi executarea construcţiilor şi instalaţiilor din punct de vedere al prevenirii incendiilor — aprobat cu ordinul MM nr. 510/1970	Principii generale obligatorii la proiectarea, executarea şi exploatarea construcţiilor şi instalaţiilor din punct de vedere al prevenirii incendiilor
Decretul nr. 290/1977 privind aprobarea normelor generale de protecţie împotriva incendiilor la proiectarea şi realizarea construcţiilor şi instalaţiilor	Principii generale obligatorii la proiectarea construcţiilor şi instalaţiilor din punct de vedere al respectării normelor PSI
HCM nr. 2285/1969 şi Legea nr. 32/1968 privind stabilirea şi sancţionarea contravenţiilor în domeniul PSI	Privitor la stabilirea şi sancţionarea contravenienţelor la normele PSI

BIBLIOGRAFIE

1. LICĂ, V. şi BURDULEA, C. *Materiale electroizolante.* Îndreptar. Bucureşti, Editura tehnică, 1969.
2. CĂNESCU, T. ş.a. *Instalaţii electrice de utilizare.* Îndreptar. Bucureşti, Editura tehnică, 1968.
3. CRUCERU, C. ş.a. *Conducte electrice.* Îndreptar. Bucureşti, Editura tehnică, 1968.
4. RĂDUŢ, C. *Materiale electrotehnice.* Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1968.
5. HORTOPAN, GH., ş.a. *Aparate electrice de joasă tensiune.* Bucureşti, Editura tehnică, 1969.
6. HORTOPAN, GH. *Aparate electrice.* Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1980.
7. BRASOVAN, M. ş.a. *Acţionări electrice. Aplicaţii industriale.* Bucureşti, Editura tehnică, 1977.
8. STĂNESCU, T. *Maşini şi aparate electrice.* Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1962.
9. CĂNESCU, T. ş.a. *Aparate electrice de joasă tensiune,* Bucureşti, Editura tehnică, 1977.
10. POPA, A. *Manual de aparataj electric.* Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1969.
11. SIMULESCU, D. şi HUHULESCU, D. *Aparate de joasă tensiune. Instalare, exploatare, reparare.* Bucureşti, Editura tehnică, 1962.
12. ANTONIU, I. S. *Aparate de măsurat şi măsuri electrice uzuale.* Bucureşti, Editura tehnică, 1962.
13. TABĂRĂ, V. ş.a. *Acţionarea electrică a maşinilor unelte.* Bucureşti, Editura tehnică, 1968.
14. SEEWALDT, M. *Scheme electrice de acţionare a maşinilor şi agregatelor.* Bucureşti, Editura tehnică, 1966.
15. NIŢU, N. şi STANA, I. *Cartea electricianului de întreţinere din întreprinderile industriale.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1973.
16. POZDEEV, A. D. şi ROZMAN, I. A. B. *Cuplaje şi frîne electromagnetice.* Bucureşti, Editura tehnică, 1965.
17. MOGHILEVSKI, V. G. *Cuplaje şi frîne electromagnetice cu pulbere.* Bucureşti, Editura tehnică, 1966.

18. VĂLEANU, V. ș.a. *Cartea electricianului de exploatare, din întreprinderile industriale.* București, Editura tehnică, 1968.
19. SIMULESCU, D. *Întreținerea și repararea mașinilor și aparatelor electrice.* București, Editura didactică și pedagogică, 1966.
20. DOGARU, M. și ȘOIMU, C. *Repararea și recalcularea motoarelor asincrone monofazate de putere mică.* București, Editura tehnică, 1968.
21. DOGARU, M. și ȘOIMU, C. *Întreținerea și repararea micromotoarelor monofazate de putere mică.* București, Editura tehnică, 1970.
22. MEREUȚĂ, C. ș.a. *Repararea și întreținerea utilajelor de sudură prin rezistențe.* București, Editura tehnică, 1968.
23. VRÎNCEANU, GH. și SCHNELL, FL. *Stabilirea defectelor în instalații electrice de joasă tensiune.* București, Editura tehnică, 1968.
24. KAMINSKI, E. A. *Conexiunile în stea, triunghi și zig-zag.* București, Editura tehnică, 1970.
25. BOICO, O. A. *Reglarea comutației mașinilor de curent continuu.* București, Editura tehnică, 1968.
26. PIETRĂREANU, E. *Reglementări privind proiectarea, construcția și exploatarea instalațiilor electrice de utilizare.* Îndreptar. București, Editura tehnică, 1971.
27. ZETU, D. *Mașini-unelte automate.* București, Editura didactică și pedagogică, 1976.
28. BAJUREANU, S. ș.a. *Elemente și sisteme automate pneumatice.* București, Editura tehnică, 1967.
29. MAREȘ, H. *Aparate pneumatice pentru mecanizare și automatizare.* București, Editura tehnică, 1975.
30. ION, I. IONEL. *Acționarea electrică a turbomașinilor.* București, Editura tehnică, 1980.
31. MORARU, V. ș.a. *Centre de prelucrare.* București, Editura tehnică, 1981.
32. GHEGHEA, I. ș.a. *Exploatarea și întreținerea mașinilor-unelte cu comandă program.* București, Editura tehnică, 1981.
33. BOTEZ, E. ș.a. *Mașini-unelte.* vol. II. București, Editura tehnică, 1978.
34. BOANGIU, GH. ș.a. *Mașini-unelte și agregate.* București, Editura didactică și pedagogică, 1978.
35. TABĂRĂ, V. ș.a. *Calculul, proiectarea și reglarea preselor.* București, Editura tehnică, 1976.
36. SLAPCIU, GH. ș.a. *Repararea aparatelor electrice de măsurat și de control.* București, Editura tehnică, 1973.
37. ȘIROTIN, A. A. *Comanda automată a acționărilor electrice.* București, Editura tehnică, 1961.
38. GHITLEVICI, A. D. și ETINGOL, I. A. *Mecanizarea și automatizarea producției sudate.* București, Editura tehnică, 1974.
39. GEYGER, W. A. *Dispozitiv magnetic neliniare.* București, Editura tehnică, 1968.
40. MARIN, V. ș.a. *Sisteme hidraulice de acționare și reglare automată.* București, Editura tehnică, 1981.
41. OPREAN A. ș.a. *Acționări hidraulice.* București, Editura tehnică, 1976.
42. OPREAN, A. ș.a. *Sisteme hidrostatice ale mașinilor unelte și preselor.* București, Editura tehnică, 1965.

43. BRAVICEV, V. A. *Elemente hidraulice și pneumatice pentru automatizarea mașinilor-unelte.* București, Editura tehnică, 1967.
44. IACOBESCU, I. ș.a. *Materiale, tehnologii și utilaje pentru vopsirea în industria constructoare de mașini.* București, Editura tehnică, 1977.
45. BOȚAN, N. V. ș.a. *Acționarea electrică a macaralelor și podurilor rulante.* București, Editura tehnică, 1968.
46. ZAMFIRESCU, L. și OPRESCU, I. *Automatizarea cuptoarelor industriale.* București, Editura tehnică, 1971.
47. RĂDUȚI, C. și NICOLESCU, E. *Mașini electrice fabricate în România.* București, Editura tehnică, 1981.
48. * * * Cărțile tehnice ale mașinilor și utilajelor emise de către întreprinderile constructoare.
49. * * * Acte normative de protecția muncii și PSI și standardele (STAS) de stat în vigoare.

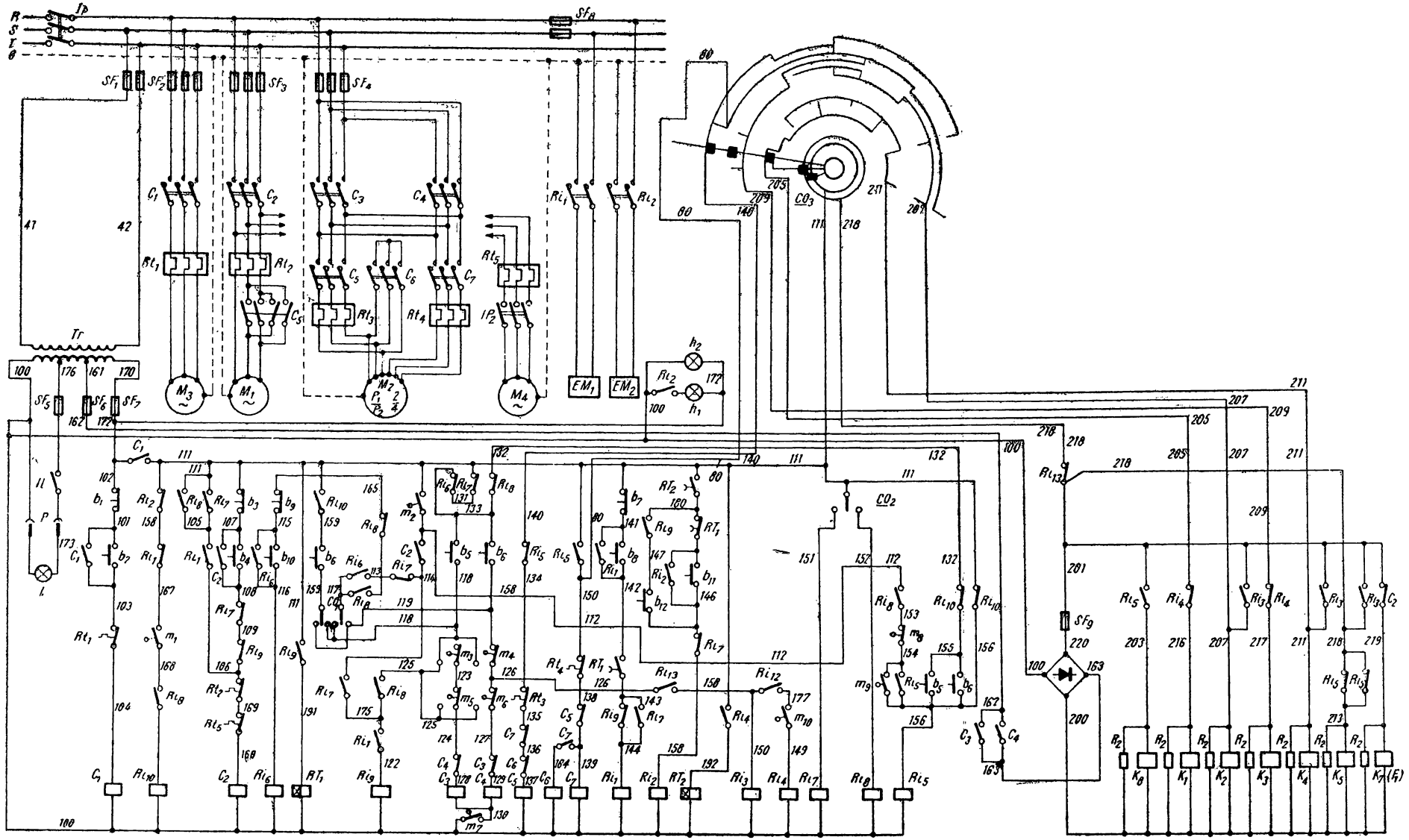
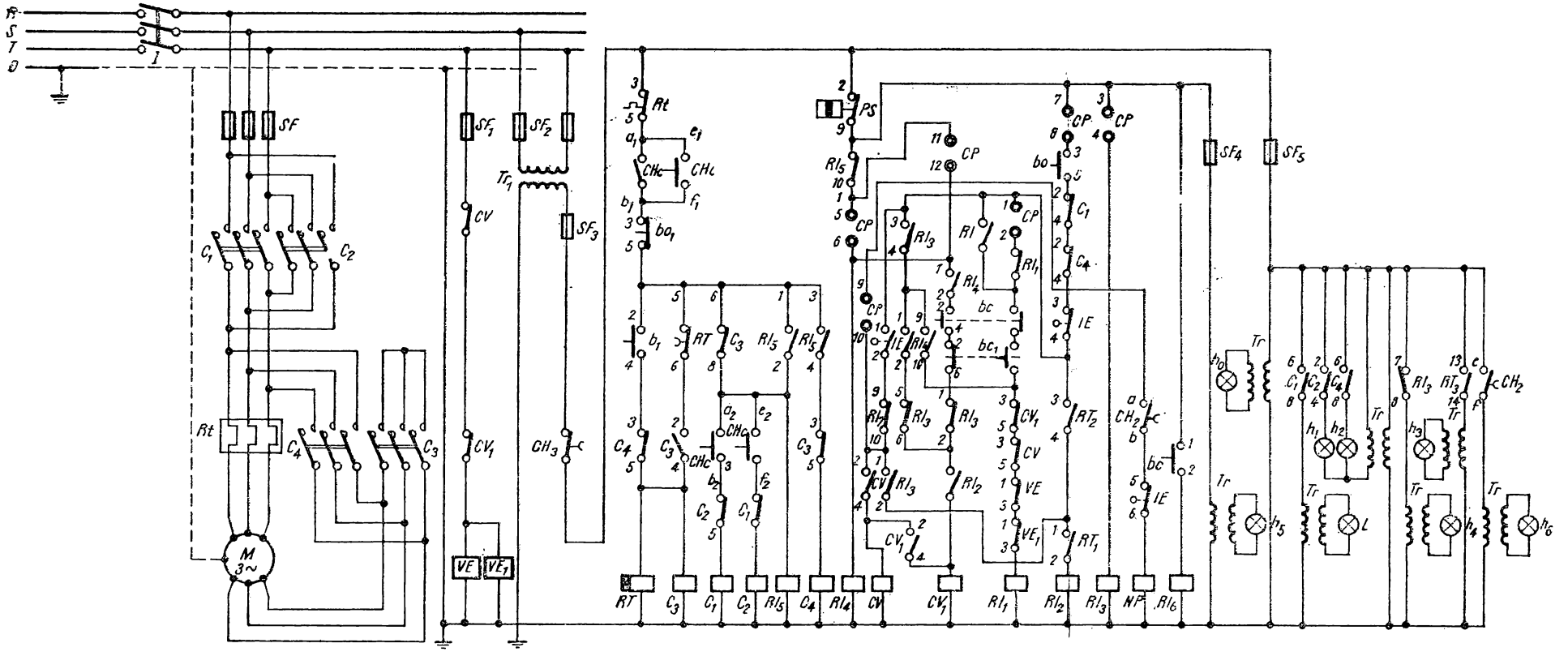


Fig. 2.20. Schema electrică de acţionare a maşinii de frezat roţi dinţate tip FD-320A.



Punerea la pământ a instalației	Sens direct	Sens direct	Conexiune triunghi	Conexiune stea	Acționare ventile electromagnetice	Alimentarea schemei de comandă	Pornire λΔ și inversarea sens. rot. motor			Regiune manuală	Comandă lovituri continue	Cursă continuă sus-jos	Pedală	Mină	Siguranțe ambreiajelor	Lucru cu pedală lovitură cu lovituri continue	Numărul de piese	Pedală de comandă	Semnalizarea prezenței aerului în circuitul pneumatic (la pres. normală)	Prezența presiunii de comandă	Sens normal de rotire motor	Sens invers de rotire motor	Funcționare normală motor	Comandă prin pedală	Comandă normală	Funcționarea numărătorului de piese
Acționare motor								Normal	Invers	Comanda acționării vent. electromagn.										Semnalizare luminoasă						

Programul comutatorului

Program cu 7 poziții CP

Poziția \ Contactul	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
1 Lovituri continue	×	—	—	×	×	—
2 Lovitură cu lovitură	×	—	—	×	—	—
3 Reglaj	×	—	×	—	—	×
4 Repaos	—	—	—	—	—	—
5 Reglaj	—	×	×	—	—	—
6 Lovitură cu lovitură	—	×	—	×	—	—
7 Lovituri continue	—	×	—	×	×	—

Diagrama camelor la întreruptorul de comandă prin camele IE

(Reglarea camelor se face conf. funct. tehologice a presei)

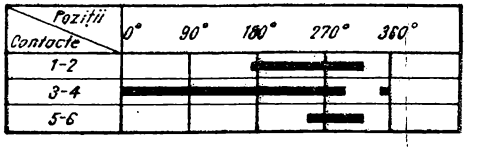


Fig. 2.32. Schema electrică a presei cu excentric tip PELI-100.

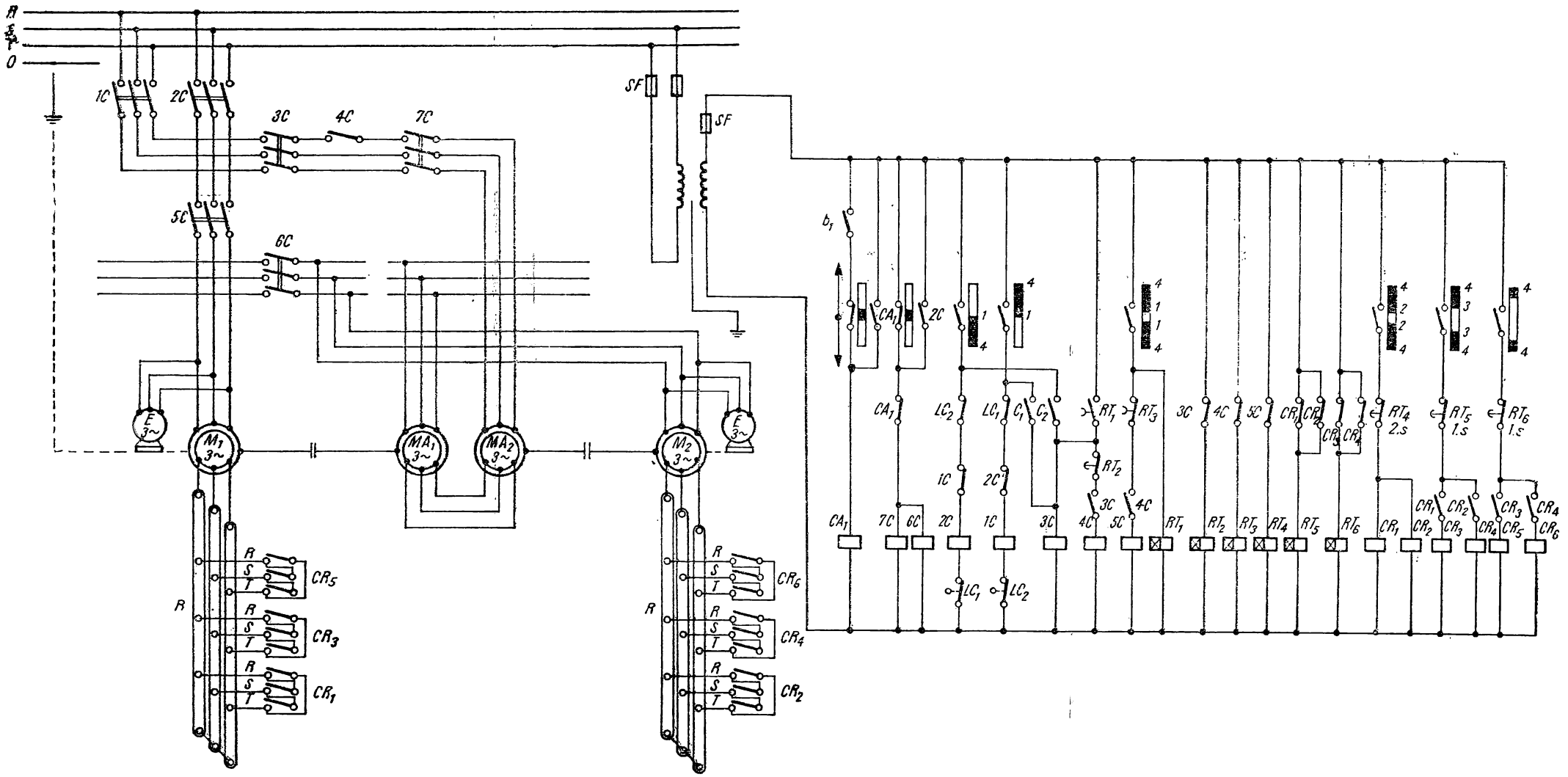


Fig. 2.41. Schema electrică de acționare cu arbore electric.

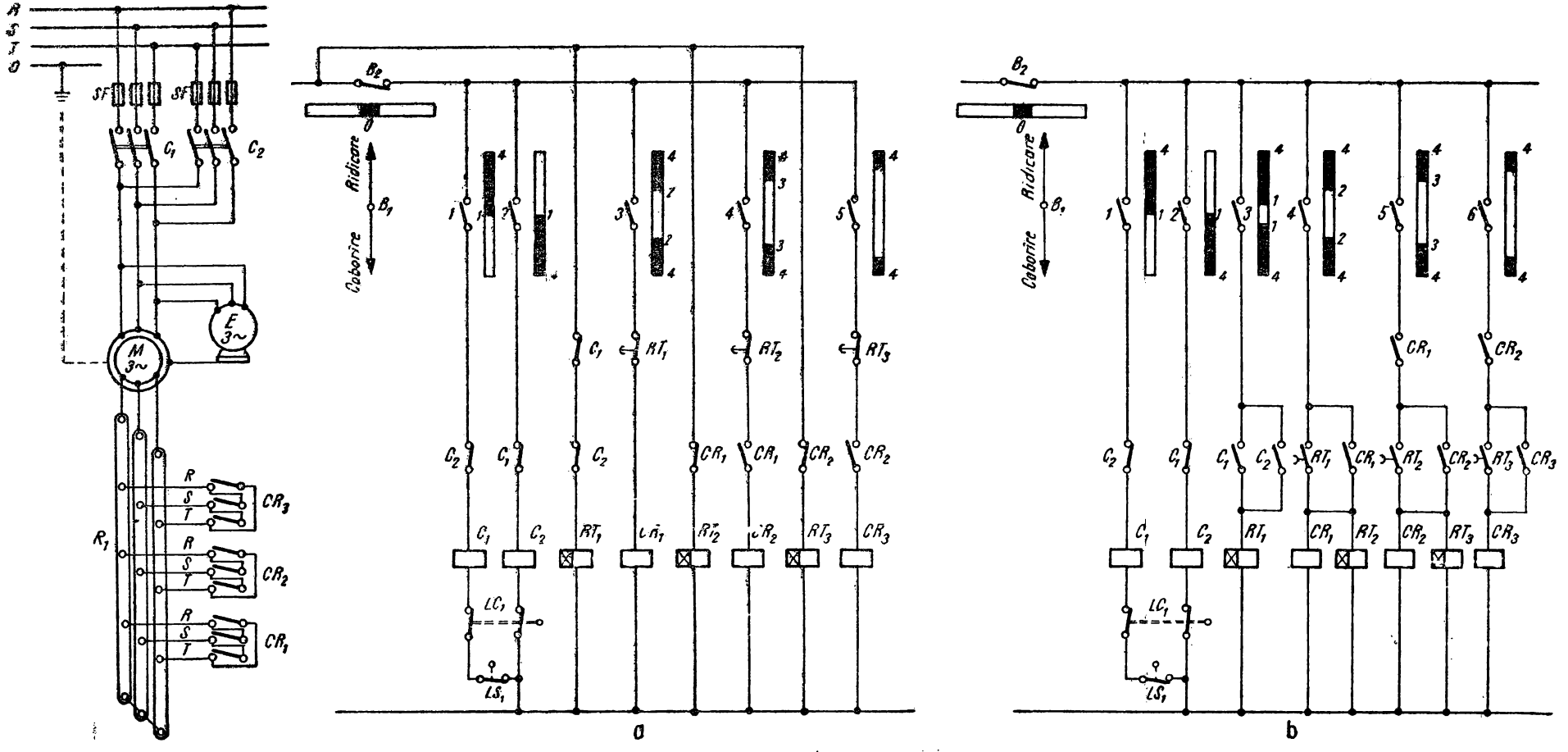


Fig. 2.39. Schema electrică de acționare cu inversare pentru mecanismul de ridicare.

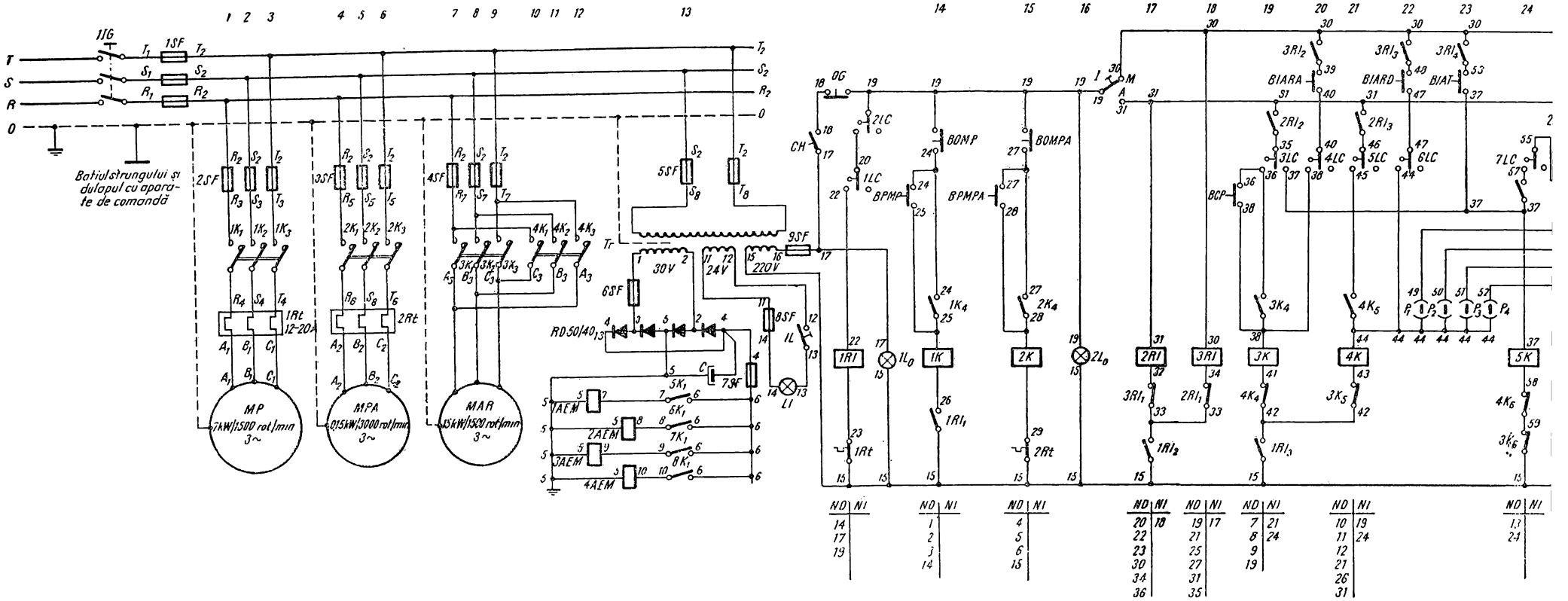


Fig. 4.4. Schema electrică de principiu a strungului tip S 3 modernizat.

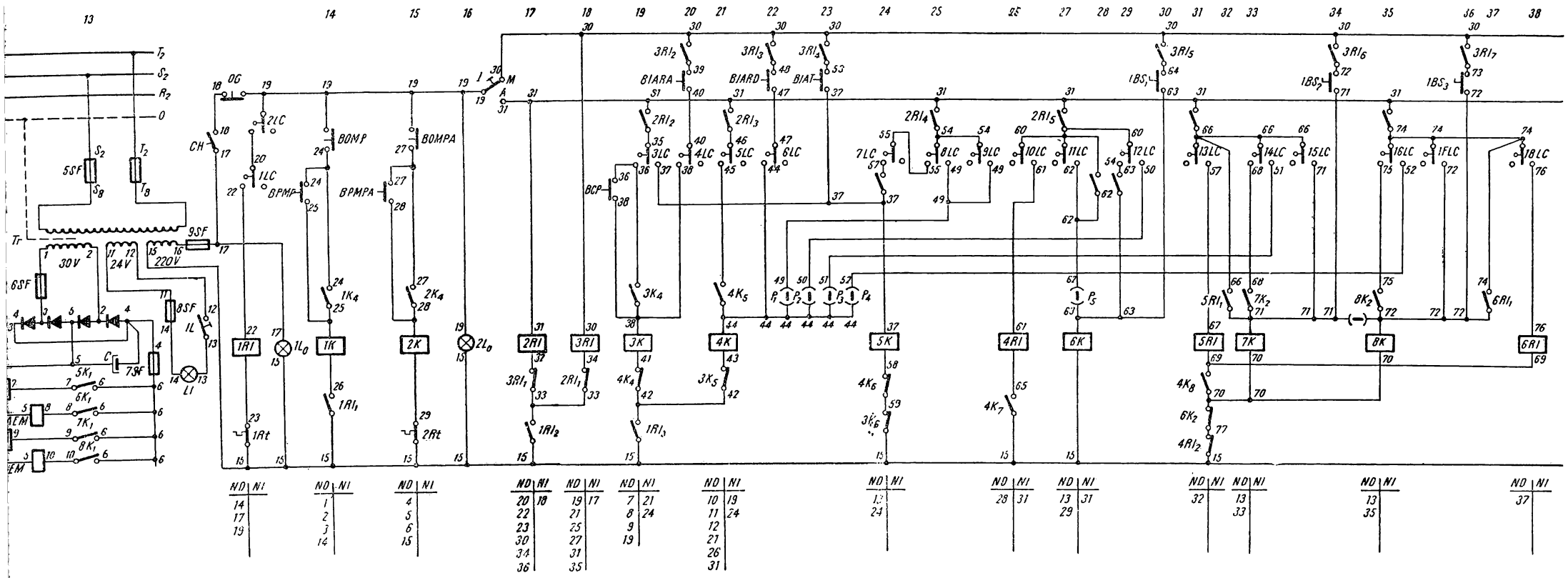


Fig. 4.4. Schema electrică de principiu a strungului tip S 3 modernizat.

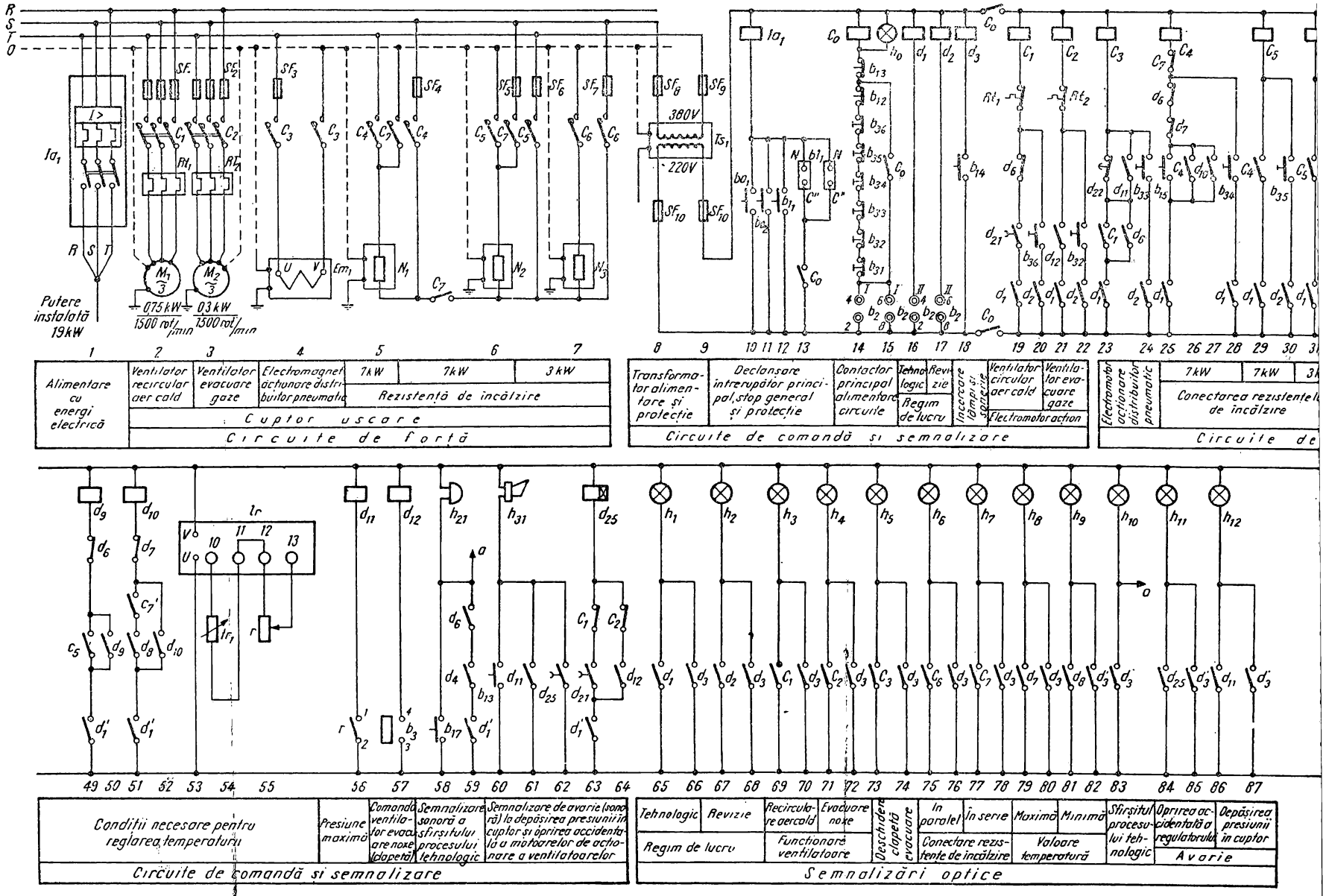


Fig. 2.52. Schemele electrice de forță, comandă și semnalizare pentru un cuptor de uscare prin convecție.

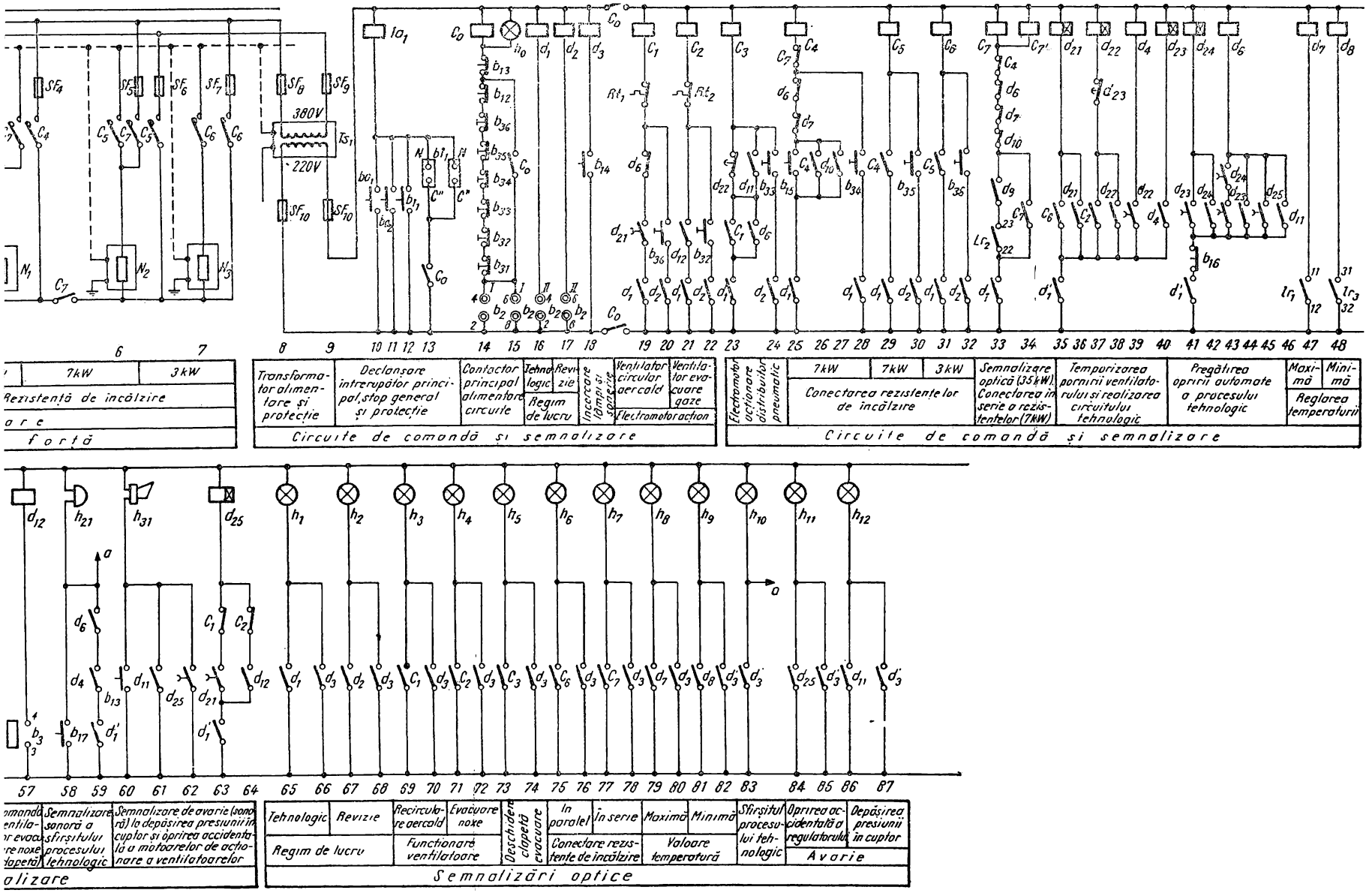


Fig. 2.52. Schemele electrice de forță, comandă și semnalizare pentru un cuptor de uscare prin convecție.

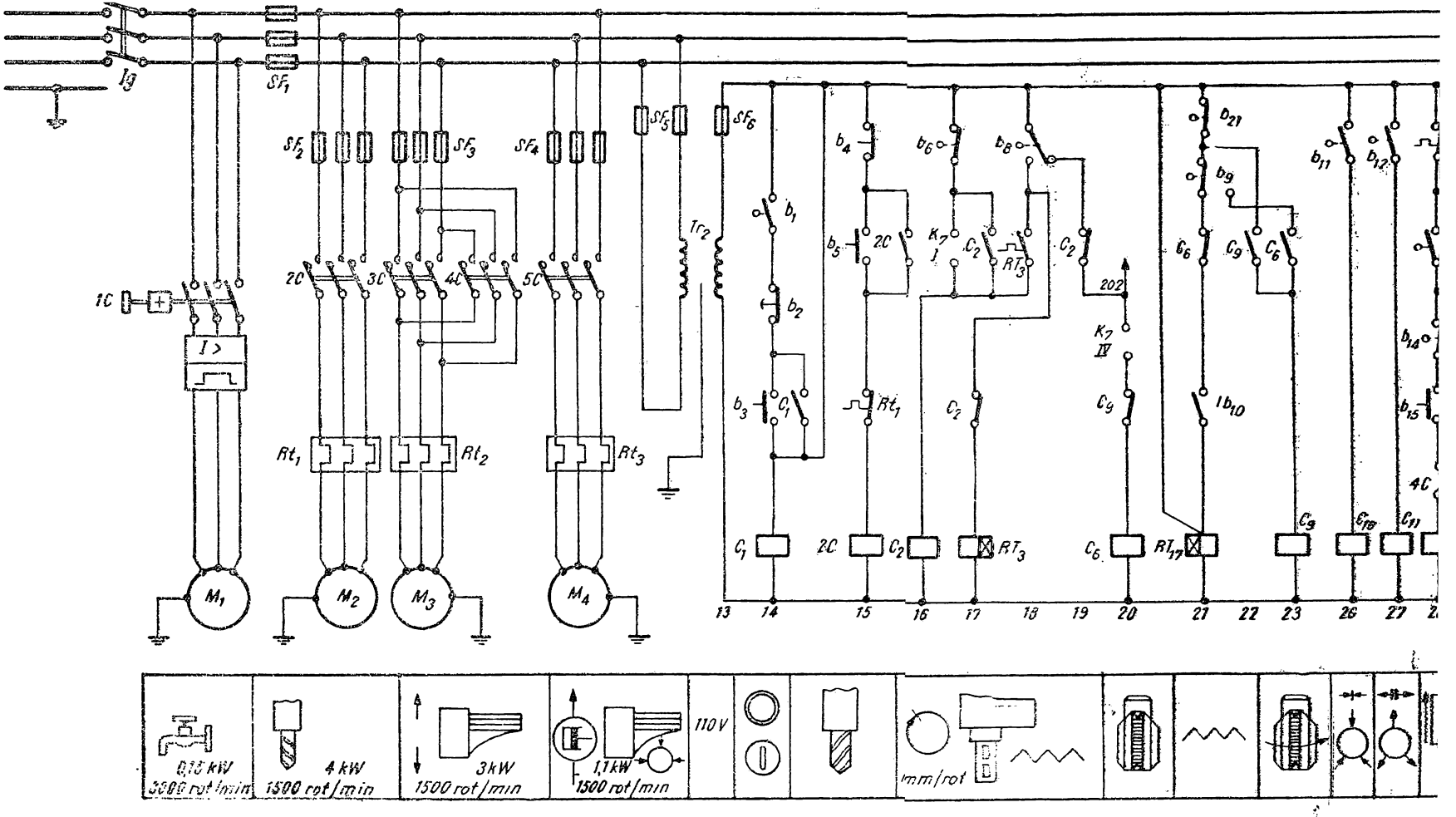
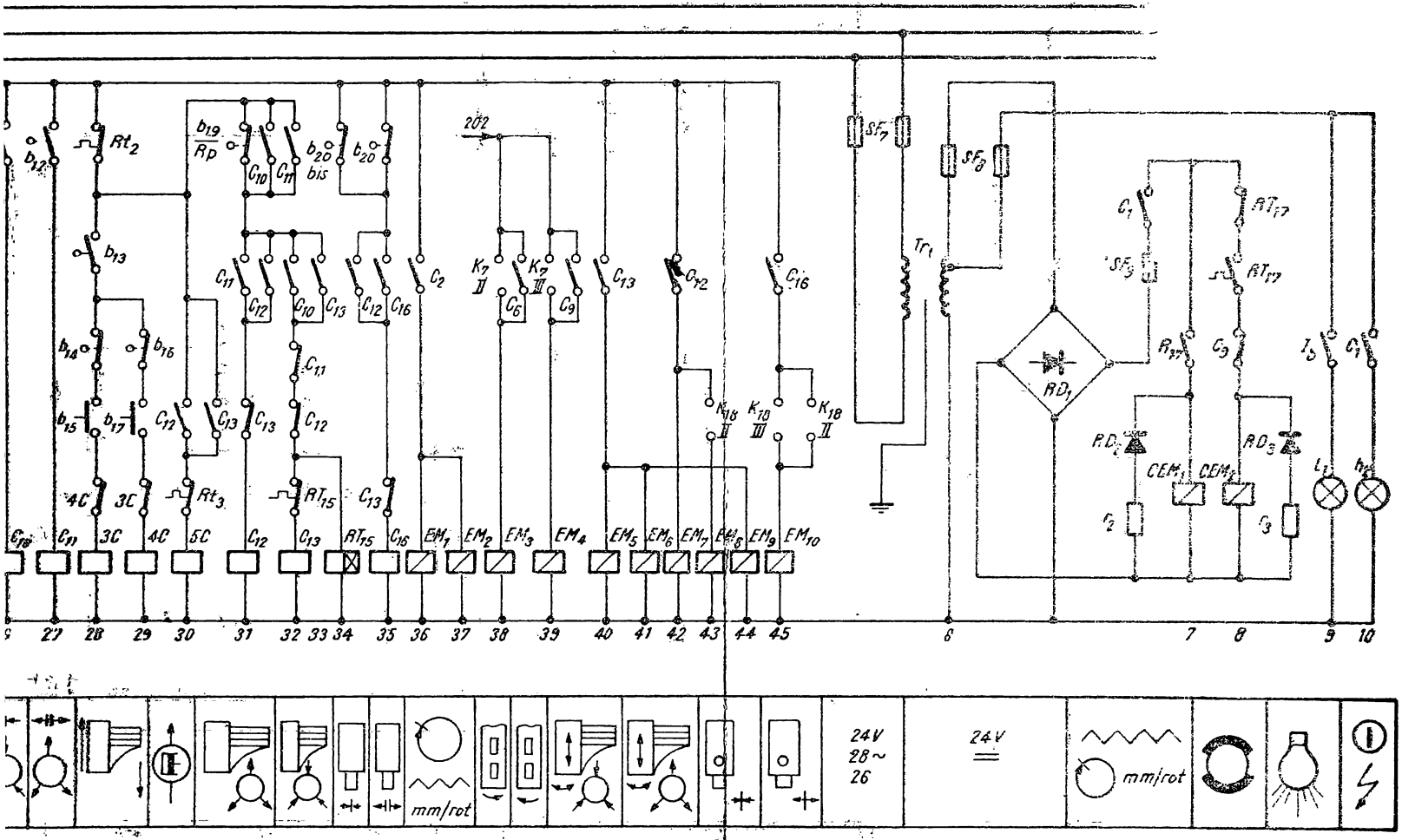


Fig. 2.7. Schema electrică de acționare a mașinii de găurit



de găurit radial 8 GR.

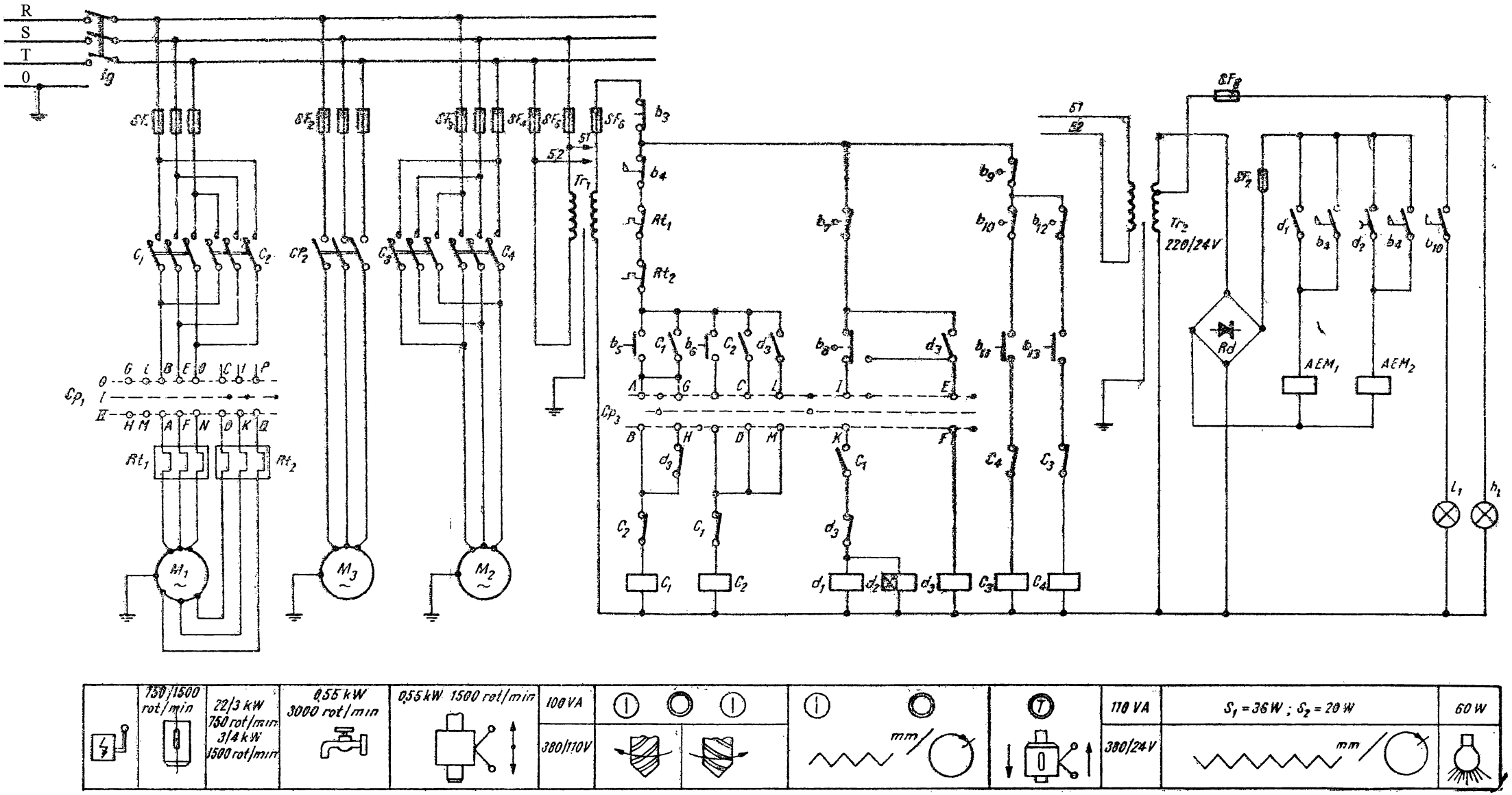


Fig. 2.6. Schema electrică a mașinii de găurit GM 40.